709 Bibl. Mont

Der astronomische Jugendfreund

oder

fassliche u: unterhaltende Darstellung

der

Sternkunde

für die Jugend und Gebildete beyderley Geschlechts;

von D. J. H. M. Poppe,

Hofrath und ordentl. Professor zu Tübingen.

Zweiter Theil

TÜBINGEN,
bey C. F. Osiander.
1822.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt

des zweiten Theils.

Seite

Erstes Kapitel. Die Größe und Gestalt des Mondes 3

Zweites Kapitel. Die Beschaffenheit des Mondkörpers insbesondere 14

Drittes Kapitel. Die Bewegung des Mondes im Allgemeinen 40

Viertes Kapitel. Die verschiedenen Lichtgestalten oder Phasen des Mondes und die Größe der Monate 45

Fünftes Kapitel. Die Axendrehung und Schwankung des Mondes . . . 58

Sechstes Kapitel. Die Erleuchtung des Mondes von unserer Erde 72

Siebentes Kapitel. Die Mondfinsternisse 80

Achtes Kapitel. Die Sonnenfinsternisse . 99

Neuntes Kapitel. Die Gestalt und Größe der Sonne 114

Zehntes Kapitel. Die Beschaffenheit des Sonnenkörpers insbesondere 121

Eilftes Kapitel. Die Bewegung der Sonne um ihre Axe 138

Zwölftes Kapitel. Von dem Planetensysteme 143

Dreizehntes Kapitel. Lauf der Planeten am Himmel 169

Seite
Vierzehntes Kapitel. Besondere Beschaffenheit der Planeten 175
Fünfzehntes Kapitel. Der Merkur insbesondere 182
Sechszehntes Kapitel. Die Venus . 190
Siebenzehntes Kapitel. Der Mars. . 203
Achtzehntes Kapitel. Die Vesta, Juno, Ceres und Pallas 211
Neunzehntes Kapitel. Der Jupiter . 215
Zwanzigstes Kapitel. Die Trabanten des Jupiters, und die Finsternisse, welche durch sie erzeugt werden 222
Ein und zwanzigstes Kapitel. Der Saturn 235
Zwei und zwanzigstes Kapitel. Der Ring des Saturns 238
Drei und zwanzigstes Kapitel. Die Trabanten des Saturns 254
Vier und zwanzigstes Kapitel. Der Uranus 261
Fünf und zwanzigstes Kapitel. Die Trabanten des Uranus 264
Sechs und zwanzigstes Kapitel. Die Kometen 268
Sieben und zwanzigstes Kapitel. Die Perturbationen der Himmelskörper . . 306

Der
astronomische Jugendfreund.

Zweiter Theil.

Erstes Kapitel.

Die Größe und Gestalt des Mondes.

Der Begleiter unserer Erde auf ihrer jährlichen Bahn um die Sonne, der **Mond**, ist gleichfalls ein **kugelartiger dunkler Körper**. Daß er ein **kugelartiger Körper** ist, beweißt seine kreisrunde scheibenähnliche Gestalt. Denn jede Kugel erscheint uns schon in einiger Entfernung als Scheibe, um so mehr der Mond, dessen Entfernung von uns über 50,000 Meilen beträgt. Daß er aber **keine bloße Scheibe** ist, zeigt schon seine veränderte Gestalt, wenn er seine Oberfläche von verschiedenen Seiten unsern Augen präsentirt, so wie die Art, wie wir zu verschiedenen Zeiten seine von der Sonne beleuchtete Seite wahrnehmen.

Es ist gewiß, daß keine Sonnen- und Mondfinsternisse sich ereignen könnten, wenn der Mond durchsichtig wäre, oder wenn er mit eignem Lichte leuchtete. Auch die abwechselnden Lichtgestalten des Mondes, die sich innerhalb eines Monats ereignen, würden dann nicht statt finden können. Da erscheint nämlich der Mond unsern Augen bald ganz hell, bald halbhell, bald noch weniger hell, bald dunkel. Er muß also wohl ein dunkler Körper seyn, der sein Licht, eben so wie unsere Erde, von der Sonne empfängt.

Diejenige Halbkugel des Mondes ist immer erleuchtet, welche der Sonne zugekehrt ist. Sie macht für die Bewohner des Mondes die Tagesseite aus; denn hier ist es im Monde Tag. Die von der Sonne abgekehrte Hemisphäre, welche von den Sonnenstrahlen nicht getroffen wird, liegt ganz im Schatten und bildet die Nachtseite des Mondes.

Man sieht dies Fig. 1. Taf. I., wo S die Sonne, T die Erde und A, B, C, D, E, F, G, H den Mond an verschiedenen Stellen seiner um die Erde gehenden Bahn bedeudet. Die erleuchtete Hälfte des Mondes ist während seiner Bewegung immer nach der Sonne hingekehrt. Man muß sich hier nur T S, oder die Entfernung der Erde von der Sonne, vierhundertmal größer, als T A, oder als den Abstand des Mondes von der Erde, gedenken. Die Erde läuft nach der Richtung T v w jährlich einmal um die Sonne, der Mond hingegen läuft nach der Richtung A, B, C u. s. w. in $27\frac{1}{3}$ Tagen einmal um die Erde.

Der wahre Durchmesser des Mondes beträgt 468 deutsche oder geographische Meilen; folglich nimmt der Umfang 1470 solcher Meilen ein *). Die Größe der Ober-

*) Viele Astronomen nehmen 470 Meilen für den Durchmesser des Mondes an. Alsdann betrüge dieser Durchmesser $\frac{3}{11}$ des Durchmessers der Erde.

fläche ist 687,960 Quadratmeilen und der körperliche Inhalt 53 Millionen und 660,000 Kubikmeilen.

Unsere Erde, aus dem Monde betrachtet, würde den Mondbewohnern einen viermal größern Durchmesser zu haben scheinen, als für uns der Mond hat. Als Fläche oder Scheibe aber würde ihnen unsere Erde vierzehnmal größer aussehen, als uns die Mondscheibe aussieht. Der körperliche Inhalt unserer Erde ist ohngefähr 50mal größer, als der körperliche Inhalt des Mondes. Man würde aus unserer Erde 50 Weltkörper bilden können, wovon jeder so groß, als der Mond wäre.

Da die in einem Monat zurückgelegte Bahn des Mondes um die Erde nicht kreisförmig, sondern ebenfalls, wie die jährliche Bahn der Erde um die Sonne, elliptisch ist, und da die Erde nicht in der Mitte dieser Mondsbahn, sondern in dem einen Brennpunkte

der Ellipse steht (Th. I. S. 183 f.), so kann der Mond, während seines monatlichen Laufs, auch nicht immer gleiche Entfernung von der Erde haben, und sein scheinbarer Durchmesser kann also auch nicht immer unter einem gleich großen Durchmesser ins Auge fallen oder uns gleich groß erscheinen. Ist T, Fig. 1. Taf. II., die Erde, um welche die Mondsbahn A b c P d e geht (die in der Natur freilich weniger, als in der Zeichnung von dem Kreise unterschieden ist), so ergiebt sich leicht folgende Abweichung in der scheinbaren Größe des Mondes:

Wenn der Mond bei seinem Laufe um die Erde in den Punkt A gekommen ist, so hat er seine weiteste Entfernung von der Erde; er befindet sich dann in der Erdferne (Apogaeum). Bewegt er sich hierauf weiter durch b und c bis nach P fort, so ist er an letzterer Stelle der Erde am nächsten; oder er ist in der Erdnähe (Perigaeum). Je nachdem also der Mond uns Erdbewohnern näher oder

von uns entfernter ist, wird er uns auch bald größer, bald kleiner erscheinen. Der Unterschied zwischen seiner Entfernung in der Erdnähe und Erdferne beträgt 6660 deutsche Meilen. Denn in der Erdferne ist er 54680, in der Erdnähe 48020 deutsche Meilen von uns.

In seiner mittlern Entfernung ist der Mond um ohngefähr 60 Erdhalbmesser von unserm Planeten entfernt, den Halbmesser der Erde zu 859½ bis 860 deutsche Meilen gerechnet. Da nun unsere Erde sich binnen 24 Stunden um ihre Axe dreht, so kommt auch dadurch jeder um 859½ oder 860 Meilen vom Mittelpunkte entfernte Punkt ihrer Oberfläche dem Monde bald etwas näher, bald entfernt er sich wieder etwas. Je näher also, vermöge dieses Umstandes, der Mond unserm Scheitelpunkte ist, desto größer erscheint uns sein Durchmesser.

Fig. 3. Taf. II. macht dies noch deutlicher. Gesetzt, C sey der Mittelpunkt der Erde, und O ein Bewohner auf ihrer Oberflä-

che. Gesetzt ferner, der Mond stehe im Zenith Z jenes Bewohners, und Z O sey die Entfernung des Mondes von demselben Bewohner. Ist nun diese Entfernung Z O des Mondes von dem Beobachter bei O um $\frac{1}{60}$ kleiner, als die Entfernung Z C des Mondes von dem Mittelpunkte der Erde, so muß auch wohl der scheinbare Durchmesser des Mondes, von dem Punkte O betrachtet, um $\frac{1}{60}$ größer seyn, als wenn man ihn von dem Mittelpunkte der Erde C aus beobachtete. Steht aber der Mond in L, also zwischen Zenith und Horizonte (wenn O H den Horizont des Beobachters bei O vorstellt), erscheint er z. B. dadurch in L, daß sich die Erde von der Rechten gegen die Linke um ihre Axe gedreht hat, so ist, wenn auch C L dem C Z gleich bleibt, doch O L größer geworden, als O Z. Steht der Mond im Horizonte H, ist er z. B. für den Bewohner in O, durch dieselbe Umdrehung der Erde um ihre Axe von der Rechten gegen die Linke, dahin gekommen,

so ist O H, oder die Entfernung des Mondes von dem Beobachter O, noch länger geworden. Er muß uns also, wenn er im Horizonte steht, mit einem kleinern Durchmesser erscheinen, als wenn er uns im Zenith steht, wo er uns immer etwas näher ist, als bei seinem Stande im Horizonte.

Und doch sieht uns der Mond am Horizonte, wenn er eben aufgegangen ist, oder wenn er eben untergehen will, so groß aus, viel größer, als wenn er sich im Zenith befindet, oft sogar sehr auffallend groß! Dies ist nur eine Täuschung, ein sogenannter optischer Betrug, welcher in folgendem Umstande seinen Grund hat.

Das Sehen der Größe, Entfernung, Gestalt ꝛc. aller außer uns befindlicher Körper ist blos ein Schätzen und Taxiren mittelst früherer, durch das Gefühl erlangter, Erfahrungen *). Wir sind gewohnt, Gegenstände,

---

*) Sehr viele Beispiele von optischen Täuschun-

deren wahre Größe uns nicht bekannt ist, mit andern uns bekannten Gegenständen zu vergleichen, z. B. nach der Größe derselben die Größe jener Gegenstände zu schätzen. Sehen wir den Mond aufgehen, so vergleichen wir ihn, in Hinsicht seiner Größe, mit bekannten Gegenständen am Horizonte, z. B. mit Bergen, Bäumen u. dgl. Dadurch wächst seine Größe in unserer Einbildung. Allmälig entfernt sich der Mond vom Horizonte, also auch von jenen Maaßstäben, wonach wir seine Größe taxirten. Er kommt uns nun nach und nach kleiner vor. Steht er hoch am Himmel, so sehen wir ihn ohne die Maaßstäbe. Alsdann täuschen diese unsere Augen nicht mehr. So wie er sich aber dem westlichen Horizonte wieder nähert, so fallen auch obige Maaßstäbe wieder in unser Auge und er kommt uns

---

gen und ihre vollständige Erklärung findet man in meinem physikalischen Jugendfreunde. Th. III. Frankfurt a. M. 1814. 12. S. 98 ff.

wieder größer vor; aber doch nicht so groß, als beim Aufgange, weil unser Auge ihn eine Zeitlang ohne die Täuschung betrachtet hatte. — Derselbe optische Betrug findet auch beim Auf- und Untergange der Sonne statt. Er ist besonders auffallend, wenn diese Himmelskörper zwischen Alleen auf- und untergehen.

Will man den Mond (und auch die Sonne) ohne jene Täuschung sehen, folglich beim Auf- und Untergange nicht größer, als wenn er hoch am Himmel steht, so muß man ihn durch ein kleines Löchelchen betrachten, das mit einer Stecknadel in ein Blatt Papier gestochen ist. Alsdann sieht man den Mond auch beim Auf- und Untergange ohne die bewußten Maaßstäbe.

Wir wissen bereits, daß unter scheinbarem Durchmesser des Mondes der mit seinem Scheitel (oder mit seiner Spitze) in unserm Auge liegende Winkel verstanden wird, den zwei von den Endpunkten des Durchmessers nach unserm Auge gezogene gerade Linien

bilden. Dieser Winkel beträgt, nach den genauen Beobachtungen des berühmten französischen Astronomen de la Lande, in der Erdferne 29 Minuten und 25 Sekunden, und in der Erdnähe 33 Minuten und 34 Sekunden. Folglich wäre der mittlere scheinbare Durchmesser 31 Minuten und 29 Sekunden *).

---

*) Den rechten Winkel oder Viertelskreis (z. B. am Himmelsgewölbe), wie es in der Mathematik gewöhnlich ist, zu 90 Graden, den Grad zu 60 Minuten und die Minute zu 60 Sekunden gerechnet.

Zweites Kapitel.

Die Beschaffenheit des Mondkörpers insbesondere.

Schon mit bloßen Augen sehen wir auf der uns zugekehrten Mondfläche viele helle und dunkele Stellen. Mit einem Fernrohre sehen wir sie viel deutlicher; wir sehen dann unter andern auch, daß die dunkeln Stellen tiefer nach dem Mittelpunkte des Mondes hin liegen, als die hellen. Viele von den hellen Stellen ragen wohl eine Meile weit über den dunkeln hervor und halten nicht selten 10 bis 20 Meilen im Umfange. Ja, der Umfang mancher solcher hellen Stellen beträgt wohl 40 bis 50 Meilen. Sie sind inwendig hohl und diese Höhlungen bilden gewiß sehr tiefe und schauervolle Abgründe.

Man kann also wohl die hellen Stellen im Monde Berge, die matten oder dunkeln Stellen Abgründe oder tief liegende Thäler nennen. Denn wenn Licht auf einen mit Erhabenheiten und Vertiefungen versehenen Körper fällt, so werfen die obersten Flächen der Erhabenheiten, hauptsächlich die weißen oder weißlichten, das Licht am lebhaftesten zurück. Manche dunkle oder graue Stellen, die man mit bloßen Augen sieht, halten 200 bis 500 Meilen im Umfange. Diese sind, wie das gut bewaffnete Auge wahrnimmt, große Ebenen, welche viel niedriger liegen, als die hellern Gegenden. Auf letzteren erblickt man wieder eine Menge erstaunlich großer Felsenmassen, untermischt mit tiefen und weiten Gruben oder Abgründen. Fast überall besteht die Oberfläche des Mondes aus Bergen, Abgründen und Thälern.

Auf den großen dunkeln Stellen erblickt man hin und wieder auch einige kleinere wieder etwas dunkler aussehende. Diese sind aber

nicht so scharf begränzt und haben keine so regelmäßige Gestalt, als diejenigen Gruben oder Schlünde, welche ziemlich kreisförmig sind und in die man, wenn die Sonne sie vortheilhaft beleuchtet, weit hinab sehen kann. Jene nicht scharf begränzte, auch eben nicht kreisförmige Stellen hält man für kleine Seen oder Sümpfe, auch wohl für Wälder. Es giebt deren nicht viele in dem Monde.

Ohne Zweifel sind fast alle große Berge des Mondes ausgebrannte Vulkane; die weiten und tiefen Schlünde in ihrer Mitte stellen die Kraters derselben vor. Diese längst erloschenen Vulkane haben eine solche Höhe und einen so weiten Umfang, daß kein Vulkan auf der ganzen Erde mit ihnen verglichen werden kann. Viele haben eine Höhe von 10,000 bis 12,000 Fuß, ja einige, z. B. Leibnitz, sogar von 25,000 Fuß, während die Höhe des Chimborasso auf der Erde (den man für den höchsten der Erde annimmt) nur 19,300 Fuß beträgt. Viele Monds-Berge sind vollkommen

men so gebildet, wie der Aetna oder der Vesuv auf unserer Erde; nur sind sie viel weiter ausgehöhlt und weit höher aufgethürmt. In der Mitte ihrer großen weiten Schlünde oder Krater heben sich auch, eben so wie bei den Erd-Vulkanen, wieder kleinere Vulkane empor, die man ebenfalls sehr deutlich sehen kann.

Mehrere Kraters haben eine Tiefe von 9000 bis 11000 Fuß, ja einer, Bernoulli genannt, ist gegen 18,000 Fuß (also beinahe eine Meile) tief.

Ohnstreitig bestehen die erkennbaren Flächen des Mondes aus mancherlei Unebenheiten, die man auch wirklich mit stark vergrößernden Fernröhren unterscheidet. Mit mittelmäßigen Fernröhren sehen wir die runden Einsenkungen der Mondsfläche als hohlrunde vertiefte Flächen; mit sehr starken Teleskopen aber finden wir in verschiedenen großen Einsenkungen deutliche Spuren von mehreren horizontal über einander befindlichen Schichten, welche um die Einsenkung einen gebirgigten

Wall bilden. Könnten wir uns an den Abhang einer solchen Einsenkung versetzen, wie manche kleinere Anhöhen, Thäler, Klüfte und Schichten würden wir nicht antreffen, ehe wir ihre völlige Tiefe erreichten! Daß auch selbst die Grundfläche dieser Einsenkungen größtentheils aus kleinern und größern Unebenheiten besteht, sieht man an den Bergköpfen, welche sich gewöhnlich mitten in den Einsenkungen befinden. Dasselbe ist wahrscheinlich auch bei den Flächen der Mondberge der Fall. Bei den größern können wir zum Theil ihre gebirgigten Unebenheiten wirklich erkennen und mit stark vergrößernden Fernröhren kleinere Bergköpfe unterscheiden. Die schiefe Fläche eines kleinen Bergs hingegen erscheint uns oft eben, wenn sie es auch an sich vielleicht nicht seyn mag.

Die Lehre vom Lichte *) macht uns

*) Man sehe den 3ten Theil meines physikalischen Jugendfreundes. Kap. 37 ff.

unter andern mit folgenden Grundsätzen bekannt, welche uns den Grund mancher Schattirungen des Mondes besser aufklären können.

Eine erleuchtete, aus kleinen Unebenheiten und verschiedenen ungleichartigen Theilen bestehende Fläche, welche die auf sie fallenden Lichtstrahlen theils in sich einschluckt, theils nach allen Richtungen zurückwirft, erscheint in derjenigen Lage am hellsten, worin sie die meisten Lichtstrahlen erhält und auch die zurückgeworfenen Strahlen ohne Verlust in gehöriger Ordnung in das Auge des Beobachters schießen läßt. Wenn wir z. B. eine abgebrochene, mit vielen Unebenheiten versehene, Erzstufe in einem dunkeln Zimmer den Sonnenstrahlen aussetzen (indem wir etwa ein Büschel derselben durch ein Loch des Fensterladens in das Zimmer und auf die Stufe fallen lassen), so werden wir daran bald Folgendes wahrnehmen.

Die Fläche der Erzstufe, welche das Sonnenlicht auffängt, wird dann am hellsten er-

scheinen, wenn sie den Sonnenstrahlen senkrecht entgegengestellt wird. Sie wird aber äusserst matt erleuchtet seyn, wenn man sie sehr schief oder so gegen die Sonnenstrahlen hält, daß diese einen sehr spitzigen Winkel mit ihr machen. Auch bei einem und demselben Winkel, den sie mit den Sonnenstrahlen bildet, werden an den verschiedenen Stellen der gegen die Sonne gekehrten Fläche, wegen der Rauhheiten oder Unebenheiten dieser Fläche, verschiedene Grade der Erleuchtung statt finden; manche Stellen werden heller, andere dunkler erscheinen. Vorzüglich werden die nach unserm Auge hingewendeten Punkte die meiste Helligkeit zeigen; andere seitwärts gekehrte werden uns weniger Licht ins Auge bringen, weil die zurückprallenden Strahlen eine seitwärts gehende Richtung nehmen; wieder andere, rückwärts oder von unserm Auge hinweg gekehrte Punkte werden die Strahlen von uns hinweg werfen.

Eine ähnliche Beschaffenheit hat es nun auch mit den von der Mondsfläche zurückgeworfenen Sonnenstrahlen, wovon einige kräftiger, andere weniger kräftig, andere gar nicht unser Auge treffen. Einige Ebenen auf der Mondsfläche werfen eine große Summe von Strahlen auf uns herab, andere eine geringere Summe, wieder andere werfen sie in einen Theil des Himmelsraums, der nicht nach unserer Erde hingewendet ist. Manche Theile des Mondes (die schwarzen oder dunkeln Theile) schlucken die Strahlen ein und werfen gar keine oder nur sehr wenige zurück.

Werden die Flächen, welche die Sonnenstrahlen zurückwerfen, unter einen andern Winkel gegen die Sonne und gegen das Auge gebracht, so ist der Grad der Erleuchtung und der Zurückwerfung auch wieder anders. Auch dies sehen wir deutlich am Monde, weil er, vermöge seiner Bewegung, seine Stellung gegen Sonne und Erde verändert. Dadurch erhält manche Fläche, z. B. eine Bergfläche,

auf ihm eine senkrechte oder beinahe senkrechte Lage gegen unsere Erde, die mehrere Tage zuvor eine horizontale oder beinahe horizontale hatte. Ganz anders muß uns nun diese Fläche erscheinen.

Auf dem Monde sieht man auch sehr deutlich den Schatten der hohen Monds-Gebirge. So wie auf der Erde der Schatten unserer hohen steilen Berge sich beständig nach dem Stande der Sonne richtet, so wie er sich verlängert, wenn die Sonne gegen den Horizont herabsteigt, und sich verkürzet, wenn sie sich hoch am Himmel erhebt, so wie er sich gegen Osten hin erstreckt, wenn die Sonne im Westen, gegen Westen hingegen, wenn die Sonne in Osten steht: so sieht man dies eben so an dem Schatten der Monds-Gebirge. Bald verlängert, bald verkürzt sich auch dieser Schatten nach dem Stande der Sonne; bald legt er sich nach Osten, bald nach Westen hin. Dies Alles kann man mit guten Fernröhren um so mehr wahrnehmen, da ein großer Theil der

großen Monds-Gebirge viel höher ist, als die höchsten Berge unserer Erde.

Eben der Schatten der Monds-Berge hat den Astronomen, z. B. dem Herrn Schröter zu Lilienthal bei Bremen, dem wir die meisten Beobachtungen und Untersuchungen über den Mond verdanken, das beste und bequemste Mittel an die Hand gegeben, die Höhen der Mondsberge zu messen. Die Methode, Höhen der Berge auf Erden, vermöge des Schattens, den diese Berge werfen, mathematisch zu bestimmen, hatte man vorher längst in Ausübung gebracht. — Auch die Vertiefungen oder Einsenkungen in dem Monde hat Schröter auf ähnliche Art mittelst des Schattens gemessen. Die Beschreibung dieser Methode kann ich, weil sie mathematische Kenntnisse voraussetzt, hier nicht beibringen.

Es ist erstaunend, wie weit wir seit der Erfindung der Fernröhre mit unseren Kenntnissen vom Monde fortgeschritten sind; und in der That sind jetzt die Astronomen in der Geo-

graphie des Mondes viel besser bewandert, als viele Menschen in der Geographie unserer Erde. Hevelius, ein berühmter Sternkundiger des siebzehnten Jahrhunderts zu Danzig (der auch schon die Höhen der Monds-Berge und zwar ziemlich richtig maß), so wie der fast zu gleicher Zeit mit Hevelius lebende Astronom Ricciolus zu Bononien, brachten sogar schon Mondcharten oder Landcharten vom Monde zum Vorschein. Alle ausgezeichnete Flecken im Monde, welche große Berge, Thäler, auch nach der damaligen Meinung Seen und Meere vorstellten, bekamen eigne Namen. Hevelius entlehnte diese Namen von den verschiedenen Ländern und Meeren unserer Erde. So gab es im Monde z. B. ein caspisches Meer, ein adriatisches Meer, ein mittelländisches Meer u. s. w. Ricciolus aber gab jenen Monds-Flecken Namen berühmter älterer und neuerer Astronomen und anderer Gelehrter, die sich um die Erweiterung der Naturwissenschaften Verdien-

sie erworben hatten; neuere Sternkundige setzten noch mehrere solcher Namen hinzu; und so entstanden z. B. die Benennungen Seneca, Proclus, Posidonius, Vitruvius, Plinius, Aristoteles, Archimedes, Regiomontanus, Purbach, Scheiner, Dörfel, Leibnitz, Copernikus, Tycho, Kepler, Tobias Mayer u. a.

Betrachtet man den Mond durch gute Fernröhre nur flüchtig, so erzeugt seine Gestalt leicht den Gedanken, daß dieser Weltkörper auf das Gewaltsamste durch Feuer und Dampf zerrüttet sey, daß er die schrecklichsten Zerstörungen erlitten habe, daß auf den unordentlich hingeworfenen, furchtbar öden Gebirgen und in den leeren Oeden und Klüften weder vernünftige, noch unvernünftige Geschöpfe leben können. Sieht man ihn aber mit stark vergrößernden Teleskopen, z. B. mit dem sieben und zwanzigfüßigen Schröterschen, jetzt auf der Göttinger Sternwarte be-

findlichen, oder mit dem vierzigfüßigen Herschelschen, in England in dem Garten der Greenwicher Sternwarte aufgestellten, Teleskope, oder auch mit einem großen Dollondschen Fernrohre an, so präsentirt er sich unsern Augen als den herrlichsten Schauplatz einer andern Welt, so sehen wir in dem Naturbau des Mondes eine überraschende Aehnlichkeit mit dem Bau unserer Erde, so erblicken wir eben solche landschaftliche Schattirungen auf der Mondsfläche, als die Erdfläche zeigen würde, wenn wir sie vom Monde aus betrachten könnten, so sehen wir auf der Mondscheibe deutlich ebene Flächen, Gebirge und Thäler, und zwar von verschiedener Form und verschiedener Größe.

Manche schöne Mondgegend hat ohnstreitig Aehnlichkeit mit vielen Landschaften unserer Erde, z. B. mit Schweizerlandschaften. Aber auch manche ältere und neuere Revolutionen, heftiger und gewaltsamer, als sie wohl je auf unserer Erde statt fanden, hat der Mond-

körper erlitten, die ihn auf vielen Theilen seiner Oberfläche sehr zerrütteten und verschiedene dieser Theile in einen grausenvollen Zustand versetzten.

Taf. III. zeigt den Mond, wie er uns erscheint, wenn wir ihn durch gute Fernröhre betrachten. Wir sehen da helle Tüpfelchen, Streifen und Ringe, nämlich die Berge und die kreisförmigen Ränder der Kraters; ferner die mehr oder weniger dunkeln Stellen, welche hauptsächlich wohl Abgründe, Einsenkungen und Thäler bedeuten.

Es wird gewiß vielen meiner Leser angenehm seyn, auf Taf. IV. die Höhen der vornehmsten Monds-Berge, nach des berühmten Schröters genauen Messungen, an einem Maaßstabe aufgestellt zu finden, und darneben zur Vergleichung die vornehmsten Berge auf Erden. An dem vertikal aufgestellten Maaßstabe, dessen Zahlen sich auf Pariser Fuß beziehen, kann man die Höhen leicht wahrnehmen, wenn man von der Spitze jedes Bergs,

etwa blos mittelst des Anlegens einer Papierkante, eine gerade horizontale Linie nach dem Maaßstabe hinzieht.

Unter den Monds-Bergen gehören die vier Spitzen a zu dem Gebirge Leibnitz, die drei Spitzen b zu Dörfel, c ist der Huyghens, e der Purbach (die Namen von lauter berühmten Gelehrten, welche die Astronomie emporbrachten); d ist der Mont blanc des Mondes. — Unter den Bergen auf der Erde ist A der Chimborasso in Amerika, B der Mont blanc, C der Pico, D der Aetna, E der St. Gotthard, F der St. Bernard, H der Brocken (oder Blocksberg), und J der Rammelsberg bei Goslar. Die punktirten perpendikulären Linien zeigen immer die Höhen an.

Berge unserer Erde von 2000 bis 3000 Pariser Fuß Höhe, wie sie sich in den meisten Gegenden der Erdfläche befinden, kann man immer schon zu der höhern Classe unserer Erd-Gebirge rechnen. Im Monde hingegen sind

Berge von einer solchen Höhe schon sehr gewöhnlich, und selbst die kleinsten Kraterberge, welche im Monde zu der niedrigsten Classe gehören, sind doch gewöhnlich über 1000, oft 2000 Fuß und darüber hoch. Erd-Berge von 3000 bis 5000 Fuß Höhe sind schon seltener; aber Mond-Berge von dieser Höhe sind in ziemlicher Anzahl vorhanden. Eben so sind Mond-Gebirge von 6000, 8000, 10,000, 12,000 bis 14,000 Fuß Höhe lange nicht so selten, als auf unserer Erde. Der 19,300 Fuß hohe Chimborasso in Amerika wird für den höchsten auf der Erde gehalten. Im Monde hingegen ist schon der Huyghens (Taf. IV.) wenigstens eben so hoch; drei Bergspitzen des südlichen Randgebirges Dörfel aber, und vier Bergköpfe der Leibnitzischen Bergkette sind beträchtlich höher. Und alle wirklich gemessenen Mond-Gebirge befinden sich nur auf der unserer Erde zugekehrten Halbkugel des Mondes. Wer weiß, ob die andere von uns weggewendete Halbkugel nicht noch höhere Berge enthält!

Auf unserer Erde stehen die Bergketten, eben so wie die Adern eines thierischen Körpers, größtentheils durch Nebenzweige mit einander in Verbindung. Derselbe Fall zeigt sich auch sehr deutlich auf der Mondfläche, z. B. bei denjenigen Monds-Bergen, welche Copernikus und Tobias Mayer heißen. So wie auf der Erde viele Bergketten wie ein Stern von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte eines Hauptgebirges auslaufen und sich durch die Länder verbreiten, eben so verhält es sich auch auf der Mondfläche. Auf der Erde giebt z. B. die Schweiz einen solchen Stern ab, von dessen Mittelpunkte die Alpen auslaufen. Auf dem Monde hat man eine ganz ähnliche Erscheinung beim Tycho, Kepler und Copernikus. Vorzüglich bei letzterem fallen die auslaufenden Bergadern sehr deutlich ins Gesicht. Auch der Schatten dieser Adern ist gar nicht zu verkennen.

Alle ringförmige Einsenkungen des Mondes sind, nach den mühevollen Untersuchungen

Schröters, so wie unsers berühmten Landsmannes Herschel in England, wahre kraterähnliche und zwar leere Behältnisse. Mit unsern von Ringgebirgen oder Landrücken eingeschlossenen und zum Sammelplatz der Bergwasser dienenden Landschaften können sie nicht verglichen werden, sondern nur mit den wirklichen Kratern unserer Vulkane. Es ist außer allem Zweifel, daß eine und dieselbe Naturkraft, welche die eingesenkten Becken geschaffen, auch die Ringgebirge um den Becken herum hervorgebracht habe, daß Krater und Ringgebirge zu gleicher Zeit entstanden sind, und daß die Naturkraft, welche beiden ihr Daseyn gegeben hat, nicht von Außen auf die Mondfläche, sondern von Innen oder von der Mitte des Mondkörpers nach Außen hin gewirkt und die furchtbaren Eruptionen veranlaßt habe.

Der Mond hat keinen Ocean, auch keine solche beträchtliche Meere, wie unsere Erde. Seine ganze Oberfläche ist mehr oder weniger gebirgig und hügelartig ungleich. Selbst

die grauen Flecken, welche die ältern, noch mit unvollkommenen Fernröhren versehenen, Astronomen für Mondmeere hielten, sind davon nicht ausgeschlossen. Schröter untersuchte sie mit starken Vergrößerungen; er fand, daß sie ebenfalls, wie die lichtern Flecken, helle und graue Bergadern, Berge, Hügel, Ringgebirge, Thäler, tiefe Kraterbecken und allerlei Schichten enthielten. Ueberhaupt entdeckte er in ihnen mehr Unebenheiten, als wir in den ebensten Landflächen unserer Erde wahrnehmen. Aehnliche ebene Landstriche unserer Erdfläche, wie z. B. die Celleschen in Niedersachsen, vom Monde aus betrachtet, würden viel ebener erscheinen, als uns die Flächen der sogenannten Mondmeere ins Gesicht fallen. Es ist daher ausgemacht, daß die graue Farbe dieser letztern nicht durch eine unserm Wasser ähnliche, die Sonnenstrahlen weniger zurückwerfende flüssige Masse verursacht wird, und daß große Waldungen und Haiden unserer Erde, von dem Monde aus gesehen,

sehen, einen ähnlichen Effekt auf unser Auge machen würden.

Der Mond hat aber auch nicht so viele Quellen und keine so beträchtliche Flüsse, als unsere Erde; auch dienen seine Bergadern und Bergketten nicht, wie diejenigen unserer Erde, zu Ableitern der Flüsse. Hätte der Mond nur 4000 bis 5000 Fuß breite Flüsse (und eine solche Breite haben doch einige unserer Flüsse auf beträchtlich langen Strecken), so würde man sie mit guten Fernröhren eben so gut, als die flachen Bergadern wahrnehmen, besonders wenn sie der Lichtgränze nahe lägen. Aber selbst Schröter hat nie so etwas gesehen.

Deutlich zeigt es auch der ganze Naturbau des Mondes, daß seine äußere Rinde wenigstens nicht in solchem Maaße von flüssigen Theilen durchdrungen seyn kann, wie unsere Erdrinde. Gräbt man auf unserer Erde ein tiefes Loch, so kommt man bald auf Wasser, und die benachbarten Quellen ziehen

sich nach dem Loche. Bergwerke ersaufen, wenn man ihre Gewässer nicht durch eigne künstliche Anlagen (durch künstliche Stollen und Wasserhebmaschinen) abführen kann. Auf dem Monde giebt es unzählig viele und weit tiefere Gruben, als auf der Erde. Wäre daher die Mondrinde eben so, wie unsere Erdrinde, mit Wasserquellen versehen, so würden jene Mondgruben ohnstreitig die besten Wasserbehälter zur Aufnahme der Mondgewässer seyn. Aber alle auf der Mondfläche vorhandene kraterähnliche Becken oder Gruben sind mit wahrem Schatten bedeckt, wenn ihre Ringgebirge vor dem dortigen Untergange der Sonne noch keinen Schatten werfen, oder wenn sie nach Sonnenaufgange keinen Schatten mehr haben. Sie sind also nicht mit Wasser angefüllt, und in der Regel erscheint selbst ihr Boden, wenn er gut erleuchtet ist, hellglänzend und leer, ohne die mindeste Spur von irgend einem darauf befindlichen flüssigen Körper.

Möglich ist es indessen immer, daß in den kleinern ebenen Zwischenflächen der Monds-rinde eine der übrigen Beschaffenheit des Mond-körpers angemessene Flüssigkeit vorhanden sey, daß sich hie und da kleine Bäche und Flüsse befinden, die sich durch viele Krümmungen in kleine Baßins ergießen. Unser Wasser braucht diese Flüssigkeit gerade nicht zu seyn, sondern wohl eine andere ähnliche Materie, die nicht so fein und nicht so bewegbar, als Wasser ist, mehr angemessen den übrigen Bestandtheilen des Mondkörpers.

Daß der Mond einen Dunstkreis, eine Atmosphäre, d. h. eine durchsichtige, aus sehr feinen Stoffen bestehende, Hülle um sich herum besitze, ist wohl nicht zu läugnen. Aber eben so wahr ist es auch, daß diese Atmosphäre des Mondes von anderer Art und zwar von einer weit feineren Art seyn muß, als der Dunstkreis unserer Erde, der durch aufgestiegene Wasserdämpfe seine Durchsichtigkeit oft ganz verliert. Letzteres kann man

von der Monds=Atmosphäre nicht sagen; denn sonst müßte uns die Mond=Scheibe oft von einer sehr veränderten Gestalt, ohne die ausgezeichneten Flecken, Ringe u. dgl. erscheinen.

Der Mond kann auch deswegen keinen solchen Dunstkreis wie unsere Erde haben, weil er keine so reichhaltige Quellen von flüssigen Materien, keine solche Meere, Seen und Flüsse wie unsere Erde hat, folglich bei ihm die vorzüglichsten Ursachen wegfallen, welche oft ungeheure undurchsichtige Decken (Nebel und Wolken) über sehr große Flächenstriche unserer Erde hervorbringen. Nie sehen wir an dem Monde solche zufällige und veränderliche Flecken und Streifen, welche auf solche Monds=Wolken und Monds=Nebel, wie unsere Erde sie oft hat, hindeuten könnten.

Die Bestandtheile der Monds=Atmosphäre kennen wir freilich eben so wenig, als die Art der Zusammensetzung dieser Theile. Nur

so viel können wir behaupten, daß die Atmosphäre des Mondes viel trockner, feiner und reiner ist, als unser Dunstkreis. Die Monds-Atmosphäre erstreckt sich über die Gebirge, Thäler, Krater und alle andere Theile des Mondes hin.

Wird nun aber auch die Gestalt des Mondes nie sehr auffallend oder auf große Strecken durch die Monds-Atmosphäre verändert, so sieht man doch nicht immer einen und denselben Flächentheil des Mondes von einerlei Grad der Erleuchtung; er ist zuweilen gar nicht, zuweilen mehr oder weniger deutlich sichtbar. Ohnstreitig liegt die Ursache, die man vor Schröters Beobachtungen fast ganz allein in unserer Erd-Atmosphäre oder in der körperlichen Disposition des Beobachters suchte, wenigstens größtentheils in den Veränderungen der Monds-Atmosphäre. Wahrscheinlich ist diese Atmosphäre zuweilen dichter oder dicker, zuweilen locker oder dünner.

Die Verdickungen können wohl einen kleinen Flächentheil des Mondes bald undeutlich, bald unkenntlich, bald auch ganz unsichtbar machen, aber keinesweges sehr große, weit sich verbreitende Decken veranlassen. Vermuthlich senken sich die aufgelößten, in die Mond-Atmosphäre übergegangenen Theile, welche einen Gegenstand unkenntlich oder unsichtbar machen, bald wieder zur Mondfläche nieder; und dann ist wieder alles so lange heiter, bis neue atmosphärische Verdickungen entstehen. — Spuren von heftigen, sich weit verbreitenden und anhaltenden atmosphärischen Bewegungen oder Winden hat weder Schröter, noch Herschel, noch sonst ein anderer sorgfältiger Beobachter, auch mit den allerstärksten Vergrößerungen nicht, entdecken können.

Natürlich kann die Atmosphäre des Mondes die Lichtstrahlen nicht so schwächen und brechen, wie es die Erd-Atmosphäre thut. Schwächung und Brechung des Lichts geschieht dort in einem viel geringern Grade, als in

der Atmosphäre unserer Erde, wie sich aus allen Beobachtungen ergeben hat. Wahrscheinlich findet auf dem Monde durch die Brechung der Lichtstrahlen in der Monds-Atmosphäre auch eine kurze Dämmerung (Th. I, S. 118.) statt.

Drittes Kapitel.

Die Bewegung des Mondes im Allgemeinen.

Während die Erde nach der Richtung T v w, Fig. 1. Taf. I., jährlich einmal um die Sonne läuft, bewegt sich der Mond nach der Richtung A B C in 27 Tagen und 8 Stunden einmal um die Erde. Seine erleuchtete Hälfte bleibt hierbei immer der Sonne zugewendet.

Wir wissen schon (aus dem 1ten Kapitel), daß die Bahn des Mondes eine Ellipse ist, in deren einem Brennpunkte die Erde sich befindet. Natürlich hat der Mond in der Erdferne die langsamste, in der Erdnähe die schnellste Bewegung (wie dies auch bei Erde und Sonne, Th. I. S. 184 f., der Fall war).

Die mittlere Bewegung des Mondes beträgt stündlich 32 Minuten 9 Sekunden, und täglich 12 Grade 51 Minuten 36 Sekunden, wenn in 27 Tagen 8 Stunden die ganze Bahn oder der ganze Umfang (von 360 Graden) zurückgelegt wird.

Denkt man sich sowohl durch die Bahn der Erde, als durch die Bahn des Mondes, eine ebene Fläche gelegt, so fließen diese beiden Flächen nicht in eine einzige ebene Fläche zusammen, sondern die Fläche der Mondbahn macht mit der Fläche der Erdbahn einen Winkel von 5¼ Grad. Die Mondbahn durchschneidet also die Erdbahn in zwei entgegengesetzten Punkten. Der eine dieser Punkte wird aufsteigender Knoten oder Drachenkopf, der andere niedersteigender Knoten oder Drachenschwanz genannt. Jenen bezeichnet man mit ☊, diesen mit ☋. In beiden Punkten hat der Mond keine Entfernung von der Erdbahn, er hat weder südliche, noch nördliche Breite, sondern er liegt in der

Fläche der Erdbahn oder in der Ecliptik. Hingegen 90 Grade von dem aufsteigenden Knoten hinweg, gegen Morgen, hat er seine größte nördliche, und 90 Grade vom niedersteigenden Knoten hinweg hat er seine größte südliche Breite. Jede derselben beträgt 5¼ Grad oder ist ein Bogen, den der Winkel mißt, unter welchem die Erdbahn von der Mondbahn geschnitten wird.

Hätte die Mondbahn keine Neigung gegen die Erdbahn, lägen also beide Bahnen in einer und derselben Ebene, ohngefähr wie Fig. 1. Taf. I., wo die Fläche des Papiers die Ebenen der Bahnen (der Erde T und des um dieselbe laufenden Mondes A, B u. s. w.) vorstellen kann, so würde der Mond in jedem monatlichen Umlaufe einmal in gerader Linie zwischen der Erde T und der Sonne S, in A, zu stehen kommen, folglich als ein dunkler undurchsichtiger Körper die Sonne decken und eine sogenannte Sonnenfinsterniß (eigentlich Erdfinsterniß) verursachen;

er würde aber auch einmal im Jahr in gerader Linie mit Erde und Sonne sich hinter der Erde, in E, befinden, so daß nun die Erde zwischen der Sonne und dem Monde stände. In diesem Falle entzöge die Erde dem Monde das Sonnenlicht, mit dem sie den Erdbewohnern sonst leuchten würde, und veranlaßte daher eine Mondfinsterniß.

Noch deutlicher sieht man dies Alles Fig. 3. Taf. II., wo S die Sonne und T die Erde bedeutet. Der Mond käme da bei seinem monatlichen Laufe um die Erde einmal nach A, in gerader Linie zwischen Sonne und Erde, und entzöge dadurch die Sonne den Blicken der Erdbewohner (wenigstens zum Theil); einmal aber nach B, in gerader Linie hinter Sonne und Erde, so daß letztere nun zwischen ihm und der Sonne sich befände. Alsdann stände der Mond in dem Schatten der Erde und empfinge folglich kein Licht von der Sonne.

Da nun aber die Mondbahn nicht mit der Erdbahn in einer und derselben Ebene liegt,

sondern gegen dieselbe unter dem genannten Winkel geneigt ist, so weicht der Mond die meiste Zeit, nordwärts oder südwärts, der geraden Linie zwischen Sonne und Erde und dem Erdschatten aus.

So wenig nun die beiden Punkte der Erdnähe und Erdferne zu allen Zeiten gegen einen und denselben Punkt der Erdbahn gerichtet sind, eben so wenig sind es auch die beiden Knoten. Denn diese bewegen sich jährlich um 19 Grade zurück, oder von Morgen gegen Abend. Erst nach 19 Jahren kommen sie wieder an ihre vorige Stelle. Die Lage der Mondsbahn gegen die Erde ist daher einer beständigen Veränderung unterworfen.

Viertes Kapitel.

Die verschiedenen Lichtgestalten oder Phasen des Mondes und die Größe der Monate.

Der Mond, welcher die Erde auf ihrem jährlichen Laufe um die Sonne beständig begleitet, während er sich selbst alle Monate um unsern Planeten herumschwingt, muß nun auch natürlich bald weiter, bald weniger weit von der Sonne entfernt seyn. Er mag aber von der Sonne eine Entfernung haben, welche er will, so ist seine erleuchtete Hälfte immer gegen die Sonne gerichtet. Diese erleuchtete Hälfte müssen wir nun in verschiedenen Lichtgestalten erblicken, je nachdem der Mond, in Beziehung auf die Sonne, vor uns oder

hinter uns, oder mehr und weniger zu unserer rechten oder zu unserer linken Seite sich befindet. Fig. 1. Taf. I. wird dies deutlich genug machen.

Die Sonne soll in S stehen, A C E G soll die Mondsbahn und T v ein Stück der Erdbahn vorstellen. Die Erde läuft nach der Richtung T v jährlich einmal um die Sonne, der Mond aber in 27 Tagen 8 Stunden einmal um die Erde. Bei diesem Umlaufe wendet der Mond seine erleuchtete Hälfte immer nach der Sonne, weil er sein Licht von der Sonne bekommt und weil eine Kugel immer auf derjenigen Hälfte erhellt ist, welche die Strahlen von dem leuchtenden Körper empfängt; und das ist natürlich immer die dem leuchtenden Körper zugekehrte Seite.

Wenn sich also der Mond in A, zwischen der Erde und Sonne, befindet, so wendet er seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns oder gegen die Erde T, und dann haben wir Neumond oder Neulicht. Als solcher ist uns der Mond

ganz unsichtbar. Er läuft (vermöge der scheinbaren täglichen Bewegung) bei Tage am Himmel herum; er geht auch mit der Sonne unter, ohne daß wir das mindeste davon gewahr werden. Denn die Halbkugel a des Mondes, welche nach uns hingekehrt ist, hat gar kein Licht empfangen und ist völlig dunkel.

Allmälig entfernt sich der Mond aus jener Stelle; er rückt nach der linken Hand oder nach Osten zu weiter, und wird hierauf, nach zwei oder drei Tagen, des Abends als ganz schmaler heller Kreisbogen sichtbar, indem er anfängt, uns an der Westseite seiner dunkeln Kugel einen Theil seiner erleuchteten Seite (seiner Tagesseite) zu zeigen. Am vierten Tage nach dem Neulichte ist er bei B, 45 Grad oder um $\frac{1}{8}$ der ganzen Bahn, östlich von dem Neulicht-Stande A, angekommen. Wir sehen dann von seiner Tagesseite das kleine Stück r, welches unserm Auge als eine helle Sichel erscheint. Was wir nämlich in der Figur als ein kleines Stück eines Kreisaus-

schnitts sehen (weil da der Mond als ein Kreis gezeichnet ist), das erblicken wir von der Erde aus als einen schmalen Theil der Oberfläche des Mondes (einer Kugel).

Von nun an wendet der Mond immer einen größern und größern Theil seiner erleuchteten Halbkugel nach uns hin. Am siebenten oder achten Tage hat er seinen Platz in C eingenommen. Er steht des Abends um 6 Uhr in Süden, und wir sehen genau die Hälfte seiner erleuchteten Halbkugel. Diese Hälfte (welche uns als die Hälfte der Mondscheibe ins Auge fällt) wird erstes Viertel genannt. Denn nun hat der Mond ein Viertheil seiner Bahn um die Erde zurückgelegt oder er ist von seinem Neulicht-Stande und von der Sonne 90 Grade entfernt.

Er fährt hierauf noch immer fort, sich von der Sonne zu entfernen; nach zehn Tagen (vom Neulicht-Stande A an gerechnet) steht er in D, in dem zweiten Achttheil oder im zweiten Octanten seiner Bahn; und nun ist

von

von ihm mehr als die Hälfte der Scheibe erleuchtet. Es fehlt ihm jetzt gerade eben so viel an der völlig hellen Scheibe, als der helle Theil in dem ersten Achttheil betrug, da der Mond in B war.

Nach vierzehn Tagen kommt er in E, der Sonne gerade gegenüber, und zwar so, daß jetzt die Erde zwischen ihr und dem Monde steht. Er befindet sich des Nachts um 12 Uhr in Süden und ist nun einen Halbkreis oder 180 Grade von dem Neulicht-Stande oder von der Sonne entfernt. Man sagt dann, in Hinsicht seiner Stellung bei A, er sey in der Opposition. In dieser Stellung ist seine erleuchtete Tagesseite völlig nach uns hingewendet und wir sehen den Mond als eine ganze helle Scheibe oder als Vollmond.

Von da nimmt sein Licht an der Westseite wieder ab, so wie er sich der Sonne wieder von Westen her nähert. Am achtzehnten Tage nach dem Neulichte ist diese Abnahme

schon sehr merklich. Er befindet sich dann in F. Der erleuchtete Theil erscheint eyförmig und macht das dritte Achttheil aus. Dieses findet 45 Grad über die Opposition hinaus statt und ist dem zweiten Achttheil ähnlich.

Hierauf gelangt der Mond am ein und zwanzigsten Tage nach G. Er erscheint dann nur noch an der Ostseite halb erleuchtet und steht des Morgens um 6 Uhr in Süden. Seine Lichtgestalt wird jetzt das letzte Viertel genannt.

Die hell erleuchtete Scheibe des Mondes wird nun immer kleiner; sie zeigt sich wieder in sichelförmiger Gestalt, und die Spitzen und Hörner der Sichel (erleuchtete Mondberge) sind immer auf derjenigen Seite, welche von der Sonne am entferntesten ist. Wenn er am fünf und zwanzigsten Tage in H angekommen ist, so befindet er sich im vierten Achttheil. Er ist dann nur noch 45 Grade westlich von der Sonne entfernt. Sein Licht nimmt nun noch mehr

ab, bis er endlich wieder in A, zwischen der Erde und Sonne steht und wieder Neumond ist.

Fig. 1. Taf. V. stellt die acht verschiedenen Lichtgestalten des Mondes vor, wie sie uns ins Auge fallen. Wenn der Neumond A gewesen ist, so folgt am vierten Tage die Sichelgestalt B, am siebenten oder achten Tage das erste Viertel C, am zehnten Tage das sogenannte zweite Achttheil D, am vierzehnten Tage der Vollmond E, am achtzehnten Tage das dritte Achttheil F, am ein und zwanzigsten Tage das letzte Viertel G, und am fünf und zwanzigsten Tage das vierte Achttheil H. — Immer ist der erleuchtete Theil des Mondes nach der Gegend hingekehrt, wo sich die Sonne befindet; beim zunehmenden Monde nach Westen, beim abnehmenden nach Osten.

Wenn die Erde sich nicht um die Sonne bewegte, sondern einen festen Stand hätte, so würden, nach jedem Umlaufe des Mondes

um die Erde, alle jene verschiedenen Lichtgestalten wieder eben dieselben seyn und von einem Neumonde bis zum andern würden stets 27 Tage 8 Stunden verstreichen. Aber dadurch, daß, während der Umdrehung des Mondes um die Erde, letztere zugleich um die Sonne läuft, werden in den erklärten Erscheinungen folgende Veränderungen hervorgebracht.

Eben weil die Erde binnen einem Monate in ihrer Laufbahn um die Sonne um ein Merkliches fortschreitet, so muß der in derselben Zeit um die Erde laufende Mond noch 2 Tage 4 Stunden länger sich fortbewegen, ehe er (von einem Neumonde an gerechnet) wieder zwischen die Erde und die Sonne zu stehen kommt und daher wieder im Neulichte sich befindet. Daher beträgt die Wiederkehr des Mondes von einem Neumonde zum andern nicht 27 Tage 8 Stunden, sondern 29 Tage 12 Stunden. Erst in dieser Zeit werden die acht verschiedenen Lichtgestalten des Mondes vollendet. Man nennt diese Zeit den

synodischen Monat und einen solchen Umlauf des Mondes synodischen Umlauf (von συνοδος, Zusammenkunft), während jener eigentlich nur eingebildete Monat, tropischer Monat, so wie der Umlauf, der diese Zeit hervorbringen würde, tropischer Umlauf (von τρεπειν, wenden), auch periodischer Monat genannt wird.

An Fig. 1. Taf. I. kann dies deutlich erläutert werden. Gesetzt, die Erde befinde sich erst in T, der Mond in A; alsdann sehen wir Sonne und Mond beisammen in einem Punkte der Ecliptik. Dieses soll z. B. im 8ten Grade des Stiers seyn. Wenn der Mond nach 27 Tagen 8 Stunden seinen tropischen Umlauf vollendet hat, so erscheint er wieder im 8ten Grade des Stiers. Unterdessen ist aber die Erde in ihrer eignen Bahn, vom Monde begleitet, aus T nach K hingerückt. Nach der mit TS parallelen Linie KA würden wir die Sonne wieder im 8ten Grade des Stiers erblicken. Aber aus K betrachtet,

sehen wir die Sonne nach der Richtung L S; folglich muß der Mond noch den Bogen A L durchlaufen, ehe er wieder mit der Sonne an einer und derselben Stelle des Himmels gesehen wird, ehe es daher wieder Neumond werden kann. Der Bogen A L enthält ohngefähr 27 Grade. Der Mond legt ihn in 2 Tagen 4 Stunden zurück, und dann erst ist sein synodischer Umlauf vollendet.

Die Rückkehr des Mondes zu einem und demselben Knoten macht den Draconitischen Monat aus. Die Größe desselben ist 27 Tage 5 Stunden und 7 Minuten. Dieser Monat ist also kleiner, als der tropische Monat, weil der Knoten, während der tropischen Umlaufszeit, um 1 Grad 30 Minuten von Westen nach Osten zurückgeht, folglich dem Monde gleichsam entgegen kommt *).

---

*) Die Benennungen Draconitischer Monat, Drachenkopf (aufsteigender Knoten) und Drachenschwanz (niedersteigender Knoten) rühren

Wenn Neumond ist, so kehrt unsere Erde ihre erleuchtete Hälfte gegen seine dunkele und erhellt ihn beinahe sechszehnmal mehr, als der Vollmond unsere Nacht erleuchtet. Denn unsere Erde erscheint den Mondbewohnern so groß, daß sie ihnen fast sechszehnmal mehr Licht giebt, als wir zur Zeit des Vollmondes von ihm empfangen.

Weil sich der Mond gegen Osten um die Erde schwingt, so geht er einen Tag nach dem Neumonde um eine Stunde später als die Sonne unter, wenn er sich zur Zeit des Neumondes mit der Sonne zugleich unter den Horizont hinabsenkte. Denn eben dieses Vor-

---

noch von dem Aberglauben der alten Sternseher her. Diese glaubten, dem Monde sowohl, als der Sonne schleiche immer ein böser Drache am Himmel nach, um sie zu haschen und aufzufressen, welches nach ihrer Meinung immer geschah, wenn sich Finsternisse ereigneten. Der Drache, glaubten sie, werde aber jedesmal wieder zurückgeschlagen und müßte dabei die Beute wieder fahren lassen.

rückens wegen dauert es ja länger, bis ein Ort auf der Erde (die sich täglich von Westen gegen Osten um ihre Axe schwingt und eben dadurch das Auf- und Untergehen des Mondes und der übrigen Himmelskörper bewirkt) den Mond wieder an derselben Himmelsgegend sieht, als den Tag vorher. Wieder einen Tag weiter geht der Mond noch später unter. Nach sieben bis acht Tagen (vom Neumonde an gerechnet), wenn der Mond im ersten Viertel steht, geht er erst um Mitternacht unter. Beim Vollmonde geht er zu derselben Zeit auf, wo die Sonne untergeht; er steht dann gleichsam mitten am Himmel, wenn es Mitternacht ist; u. s. f.

Dies Alles fällt gleichfalls deutlicher ins Auge, wenn man dabei wieder Fig. 1. Taf. I. zu Hülfe nimmt; so wie man sich überhaupt die Entstehung der Lichtgestalten recht gut versinnlichen kann, wenn man eine Lichtflamme die Sonne vorstellen läßt und um dieselbe gerade so, wie T und A um S Fig. 1., ein

Paar Kugeln herumführt, wovon die eine die Erde, die andere den Mond bedeutet. Man kann dann, wenn man das Auge an die Erdkugel hingesetzt sich denkt, den Grad der Erleuchtung des dem Auge zugekehrten Theils der Mondkugel ziemlich gut sehen, wenn die Mondkugel zwischen der Erdkugel und dem Lichte, wie beim Neumonde, oder hinter der Erdkugel, wie beim Vollmonde, oder rechts und links der Erdkugel, wie bei den übrigen Lichtgestalten des Mondes, sich befindet.

Fünftes Kapitel.

Die Axendrehung und Schwankung des Mondes.

Während der Mond um die Erde läuft, zeigt er uns, bis auf eine geringe Abweichung, stets einerlei bekannte Flecken, und diese Flecken sind noch immer dieselben, welche die Menschen schon vor tausenden von Jahren sahen. So lange daher der Mond auf die Erde scheint, hat man immer nur eine und dieselbe Halbkugel desselben, nie die entgegengesetzte erblickt.

Wir befinden uns stets innerhalb der Mondsbahn, weil der Mond sich um die Erde dreht. Wäre uns ausserhalb der Mondsbahn ein Standpunkt in sehr großer Entfer-

nung angewiesen, so würden wir nach und nach alle Punkte seiner ganzen Oberfläche sehen, weil er sich in eben derselben Zeit um seine Axe dreht, in welcher er seinen Umlauf um die Erde vollendet.

Befindet sich wieder, Fig. 1. Taf. I., in S die Sonne, in T die Erde und stellt A C E G die Bahn des Mondes vor, den man hier in acht verschiedenen Gegenden der Bahn wahrnimmt, so ergiebt sich bald Folgendes deutlich genug.

Wenn der Mond während seines ganzen monatlichen Laufs stets nur eine und dieselbe Halbkugel e a r der Erde zukehren und die andere r u e stets von ihr abwenden soll, so muß er (aus der Sonne oder jedem andern Himmelskörper betrachtet) einmal um seine Axe sich drehen, und zwar nach der Richtung e a r u. In A ist die von der Erde abgekehrte Seite r u e der Sonne zugewendet. In C hingegen, wo der Mond den vierten Theil seiner Bahn A C zurückgelegt hat, steht nicht mehr

die Seite r u e gegen die Sonne, sondern die Seite a r u; der Mond hat sich also um den vierten Theil seines Umfangs um seine Axe gewälzt. In E hat er seine halbe Bahn A C E zurückgelegt; alsdann ist dieselbe Seite, welche wir beständig sehen, nach der Sonne hingewendet, folglich hat sich nun die Mondkugel zur Hälfte umgedreht. Nach Vollendung von drei Vierteln seiner Bahn A C E G steht er bei G; die Seite u e a wendet sich dann gegen die Sonne und die Axendrehung des Mondes hat folglich drei Viertel seines ganzen Umfanges betragen. In A ist wieder die Seite r u e gegen die Sonne gerichtet.

Hieraus leuchtet nun die Axendrehung des Mondes deutlich genug in die Augen. Denn wäre dies nicht der Fall, so würde er uns während seines Umlaufs nach und nach seine ganze Oberfläche zukehren.

Gesetzt, a b Fig. 1. Taf. V. wäre die Axe des Mondes, um welche er sich dreht, a sein Nordpol und b sein Südpol; so

kann man sich um die Mondkugel auch einen Aequator (wie Th. I. S. 93 f.) oder einen größten Kreis gedenken, dessen Peripherie von jedem Pole überall gleich weit, nämlich 90 Grade entfernt ist, und der die Mondkugel in zwei gleiche Hemisphären theilt.

Durch Beobachtungen hat man gefunden, daß, so wie die Mondbahn gegen die Erdbahn um einen Winkel von 5¼ Grad geneigt ist, auch die Fläche des Mond-Aequators gegen die Fläche der Ecliptik eine Neigung hat, aber nur um einen Winkel von 1 Grad 29 Minuten; folglich beträgt der Winkel, unter welchem die Axe des Mondes gegen die Fläche der Ecliptik geneigt ist, 88 Grad und 31 Minuten. Dieser Winkel ist unveränderlich, und scheinbar stimmt der Knoten des Mond-Aequators immer mit dem Knoten der Mondsbahn in der Ecliptik überein.

Denkt man sich wieder die monatliche Umdrehung des Mondes um seine Axe, und beobachtet man nach Fig. 1. Taf. I. seine ver-

schiedenen Stellungen in Rücksicht auf die Sonne, so sieht man auch leicht, daß auf dem Monde der Tag 14 Tage und die Nacht ebenfalls 14 Tage dauern muß; denn in der Zeit von 14 Tagen befinden sich auf dem Monde die Gränzen von Morgen und Abend oder von Sonnenaufgang bis zu Sonnenuntergang.

So ist es, Fig. 1. Taf. I., an dem Orte a, der mitten auf der nach uns hingewendeten Halbkugel des Mondes liegt, Mitternacht, wenn der Mond zur Zeit des Neulichts in A zwischen der Sonne und der Erde steht. Erst wenn der Mond nach sieben Tagen bei C angekommen ist, geht dem Punkte a die Sonne auf; denn nun erst bekommen die Bewohner des Punktes a, welche den Tag vorher noch im Schatten lagen, die ersten Sonnenstrahlen, wie man aus der Figur deutlich sehen kann. Der Morgen beginnt also da. Steht der Mond am funfzehnten Tage in E, so hat die Sonne für den Punkt a den höchsten Stand am Himmel erreicht; es

ist also nun für die Bewohner des Punktes a Mittag; denn die Sonne steht ja nun am höchsten über ihnen. Am zwei und zwanzigsten Tage ist der Mond in G und die Bewohner des Ortes a sehen die Sonne untergehen; folglich wird es bei ihnen Abend; denn bald darauf kommen keine Sonnenstrahlen mehr nach a, sondern dieser Ort senkt sich nun allmälig in den Schatten hinein. In A wird es an dem Orte a wieder Mitternacht.

Der berühmte italienische Naturforscher Galilei, welcher vor zweihundert Jahren lebte, als eben erst die Fernröhre erfunden waren, entdeckte am Monde zuerst ein (scheinbares) periodisches Wanken oder Schwanken, die sogenannte Libration des Mondes. Er nahm nämlich wahr, daß einige Flecken des Mondes sich dem Mondrande näherten, andere sich von dem entgegengesetzten Rande mehr entfernten und näher nach der Mitte des Mondes hinkamen. Die Mondkugel schien sich gleichsam hin und her zu

wiegen. Diese scheinbare Schwankung ist hernach von allen übrigen Astronomen beobachtet worden. Sie besteht also darin, daß die Mondsflecken wechselsweise bald nach der einen, bald nach der andern Seite hinrücken, daß folglich die zunächst an dem einen Rande befindlichen verschwinden, während diejenigen an dem gegenüber liegenden Rande sich weiter von diesem Rande entfernen und an diesem Rande andere Flecken zum Vorschein kommen, die man kurz vorher nicht sah, und daß diese Verrückung der Flecken immer periodisch abwechselt.

Merkwürdig ist es, daß diese Schwankung nicht blos in der scheinbaren Länge der Mondflecken, oder von Abend gegen Morgen, sondern auch in ihrer scheinbaren Breite, also von Norden gegen Süden, und zwar beides zu gleicher Zeit wahrgenommen wird.

Die Schwankung in der Länge hat wahrscheinlich ihren Grund in der Ungleichheit, womit der Mond sich in seiner ellipti-

schen

schen Laufbahn fortbewegt. Gesetzt, A c p d sey die elliptische Mondbahn; gesetzt ferner, in dem einen Brennpunkte E dieser Bahn liege die Erde, und dem andern Brennpunkte wende die Mondkugel beständig und genau eine und dieselbe Seite zu; dabei drehe sie sich während eines Umlaufs einmal um ihre Axe. Wenn nun der Mond in A oder in seiner Erdferne steht, so wird ein mitten auf der Mondscheibe befindlicher Flecken n, aus E betrachtet, mitten auf dem Monde wahrgenommen. Kommt aber der Mond nach b, und hat er sich also in Hinsicht des Punktes F um den vierten Theil (einer eingebildeten Kreisperipherie) herumgewälzt, so ist o, von E aus angesehen, der Mittelpunkt seiner sichtbaren Fläche und der Flecken n scheint sich von demselben am weitesten gegen Abend hin entfernt zu haben. Aus letzterm Grunde sind daher für diesen Standort b des Mondes die zunächst am westlichen Rande sichtbar gewesenen Flecken verschwunden, die etwas weiter von diesem Rande entfernten

sind ihm näher gerückt, so wie diejenigen Flecken, welche nahe am östlichen Rande sichtbar waren, sich von diesem so weit entfernt haben, daß einige neue, vorher nicht sichtbare, zum Vorschein kommen. Hat der Mond seine Stelle in c eingenommen, so hat sich n (immer in Beziehung auf unsern Standort in E) dem Mittelpunkte der Mondfläche wieder etwas genähert. Ist der Mond in P oder in der Erdnähe, so fällt er wieder in diesen Mittelpunkt. Hierauf entfernt sich der Flecken n wieder, aber nach Osten hin, von dem Mittelpunkte o. Dies sieht man schon, wenn der Mond nach d gekommen ist. Bei dem Standorte e des Mondes ist es am merklichsten. Die vorher nahe am östlichen Rande gestandenen Flecken sind dann verschwunden und die weiter westlich entfernten sind ihm näher gerückt; dagegen haben die vorher nahe am westlichen Rande wahrgenommenen von diesem sich östlich etwas entfernt. Bei der Stellung des Mondes in A erblickt man den Flecken wieder im Mittelpunkte der Mondsscheibe.

Die größte Weite o n, oder der größte Unterschied in der scheinbar bald östlichern, bald westlichern Lage des Fleckens n, beträgt 8 Grade (vom Mond-Aequator). — Uebrigens ist diese Schwankung in der Länge beträchtlicher, als diejenige in der Breite.

Durch Hülfe der Figur 2. Taf. V. läßt sich die Schwankung des Mondes in der Breite recht gut erklären. Wenn hier T die Erde bedeutet, T E aber die Fläche der Ecliptik oder derjenigen Fläche, worin sich die Sonne am Himmel in ihrer jährlichen scheinbaren Bewegung von Westen nach Osten fortbewegt, ferner T m die Fläche des Mond-Aequators, auf welcher die Axe p f des Mondes senkrecht steht, während sie mit T E den Winkel m T E von 1 Grad 29 Minuten bildet; so nehmen wir am Monde folgende Erscheinung wahr.

Hat der Mond seine größte nördliche Breite erreicht, welche, durch den Winkel B T E oder den dazu gehörigen Bogen ausgedrückt, 5¼ Grad (5 Grad 15 Minuten) beträgt, so ist c

der scheinbare Mittelpunkt der uns sichtbaren Hemisphäre des Mondes. Ein im Aequator dieser Halbkugel befindlicher Flecken a wird von der Erde aus nordwärts über dem Mittelpunkte erscheinen und zwar um den Bogen a c oder um so viele Grade nördlicher, als der Unterschied zwischen 5 Grad 15 Minuten und 1 Grad 29 Minuten (die oben genannten bewußten Größen) beträgt. Dieser Unterschied macht, wenn man die zweite Größe von der ersten abzieht, 3 Grad 46 Minuten aus. Wenn aber der Mond, 14 Tage nachher, in C seine größte südliche Breite E T C, welche gleichfalls 5¼ Grad (5 Grad 15 Minuten) beträgt, erhalten hat, so ist hier c der scheinbare Mittelpunkt des Mondes aus T betrachtet; alsdann findet man die südliche Entfernung des Fleckens a vom Mittelpunkte, wenn man 1 Grad 29 Minuten zu 5 Grad 15 Minuten addirt. Dieses giebt die größte Entfernung zu 6 Grad 44 Minuten. — Eine größere Entfernung des Mondes in der Breite, wie diese, kann nicht statt finden.

Es dürfte also nun wohl einleuchtend genug seyn, daß die Schwankung des Mondes, sowohl auf die scheinbare Lage der Flecken gegen einander, als auch auf die Lage des Mittelpunkts und der Ränder der Mondsscheibe einen sichtbaren Einfluß habe, daß dadurch eine stets periodisch abwechselnde Verrückung jener Stellen entstehe, daß sich z. B. die Flecken dem Mittelpunkte und den Rändern der Mondsscheibe bald nähern, bald davon entfernen. Natürlich muß dieses auch, wegen den veränderten Richtungslinien, worin wir dann die verschiedenen Stellen des Mondes betrachten, in dem Durchmesser und in der Gestalt eines und desselben Fleckens einige Veränderungen hervorbringen.

Die Verrückung der Flecken zeigt sich sowohl an den Rändern, als in der Mitte. Vorzüglich wird die dadurch entstehende veränderte Lage der Flecken gegen einander in der Mitte der Mondscheibe bemerkbar. Denn bei jeder Kugel, die uns in einiger Entfernung vor

das Auge gehalten wird, sehen wir bei unverrücktem Auge die Grade (des Aequators und der Meridiane) nur in der Mitte deutlich. Nach der Seite oder nach dem Rande zu erscheinen sie uns immer schmäler und schmäler, weil die Krümmung der Kugel uns einen Theil der Fläche verbirgt, welche zwischen zwei oder mehreren Graden enthalten ist, indem wir ja schräg gegen die Grade sehen. — Erscheint uns ja auch ein Quadrat (ein Viereck von gleichen Seiten und gleichen Winkeln) als ein länglichtes oder schmales Viereck, wenn wir es nicht gerade, sondern schräg vor unser Auge halten; oder ein Kreis, den wir eben so schräg halten, als eine Ellipse oder als eine ovale Figur.

Aus demselben Grunde fallen uns ringförmige Wallgebirge des Mondes kreisrund in die Augen, wenn wir sie in der Mitte der Mondscheibe sehen; an den Rändern aber erscheinen sie desto ovaler und enger, je nä-

her sie am Mondsrande stehen. So etwas sehen wir nun auch bei der Schwankung des Mondes, wenn dadurch gewisse runde Flecken bald näher, bald entfernter von dem Mittelpunkte sich befinden.

Sechstes Kapitel.

Die Erleuchtung des Mondes von unserer Erde.

Es ist eine herrliche Einrichtung der Natur, daß die Nachtseite unserer Erde die meiste Zeit entweder von der ganzen Mondscheibe oder von einem Theile derselben erleuchtet wird (S. 48 f.), wie wir Fig. 1. Taf. I. deutlich gesehen haben. Aber auch der Mond wird zur Nachtzeit eben so von unserer Erde erleuchtet. Ist z. B. der Mond in der Stellung A, B und H, Fig. 1. Taf. I., so ist seine hintere von der Sonne abgekehrte Seite dunkel (die Nachtseite). Aber eben diese Seite ist, bei A ganz, bei B und H zum Theil, nach der erleuchteten Seite unserer Erde hingekehrt

und empfängt nun von dieser nicht wenige Lichtstrahlen.

Man sieht nämlich vor und nach dem Neumonde schon mit bloßen Augen deutlich, daß die hell erleuchtete Mondsichel, welche die Tagesseite der uns zugekehrten Halbkugel ausmacht, noch ein schwaches, über den ganzen dunkeln Theil der Mondscheibe ausgebreitetes, Licht neben sich hat, durch welches man auch die Nachtseite, folglich die ganze Rundung des Mondes erkennen kann. Dieses schwache Licht wird gewöhnlich das aschfarbige Licht des Mondes genannt. Mit demselben hat es folgende Bewandtniß.

Jeder dunkle undurchsichtige Körper, welcher Licht von der Sonne bekommt, wirft es auch wieder (dasjenige ausgenommen, welches schwarze Stellen gleichsam einschlucken) so zurück, daß es im Zurückfallen wieder andere Körper treffen und auch diese erleuchten kann, wenn sie dunkel waren. Auf diese Weise wirft der Mond das von der Sonne em-

pfangene Licht zurück. Viele dieser zurückgeworfenen oder reflectirten Strahlen treffen dann auch unsere Erde und erleuchten diese bei Nacht. Eben so reflectirt nun auch unsere Erde ihr von der Sonne empfangenes Licht, und viele dieser in den Weltraum hineingeworfenen Strahlen treffen auch den Mond.

Dieses Licht ist also für den Mond gerade dasselbe, was das Mondlicht für unsere Erde ist, nur mit dem Unterschiede, daß die Nachtseite des Mondes von diesem Erdenlichte merklich heller erleuchtet wird, als unsere Erde von dem hellsten Mondlichte.

Steht der Mond zwischen Erde und Sonne, ist daher der Mond in Hinsicht unserer Erde in Conjunction mit der Sonne, und die Erde in Hinsicht des Mondes oder für denselben in Opposition (hinter Sonne und Mond), so sehen die Bewohner des Mondes, welche sich auf der dunkeln Seite des Mondes A oder auf e a r befinden, die ganze erleuchtete Erdscheibe; sie haben dann Vollerde.

Die Erde zeigt aber dann den Bewohnern des Mondes, nach dem Verhältniß ihres ungleich größern Durchmessers, vierzehnmal mehr Fläche, als uns der volle Mond präsentirt. Hätte nun die Oberfläche der Erde dieselbe Beschaffenheit, wie die Oberfläche des Mondes, so würde sie, wenn sie auf dem Monde als ganz erleuchtete Scheibe erscheint, vierzehnmal mehr Licht auf den Mond werfen, folglich den Mondbewohnern vierzehnmal heller leuchten, als uns der Vollmond. Aber theils die großen Wasserflächen unsers Erdbodens, theils die ungleich dichtere atmosphärische Hülle, welche unsern Erdball umschließt, müssen diese Lichtstärke allerdings bedeutend schwächer machen. Indessen merklich heller, als die Erdennächte beim Vollmonde, sind die Mondnächte zur Zeit der Vollerde demohngeachtet höchst wahrscheinlich.

Man sollte denken, das Erdenlicht auf dem Monde müßte sich zur Zeit des Neumondes (wo der Mond bei A Fig. 1. Taf. I.

steht) am stärksten zeigen, nach dem Neumonde aber immer mehr abnehmen, weil dort die volle Erdscheibe auf den Mond scheint, wie Fig. 1. gesehen werden kann; und dies wäre freilich auch der Fall, wenn der Neumond des Nachts an dem sichtbaren Himmelsgewölbe stände. Aber er steht ja am Tage, mit der Sonne zugleich, am Himmel, und da überwältigt das stärkere in den Himmelsraum fahrende Sonnenlicht das schwächere von dem Monde zurückgeworfene Erdenlicht. Dasselbe ist ja bei jedem schwächer leuchtenden Körper der Fall, dessen Licht sich mit dem Lichte des stärker leuchtenden Körpers gleichsam vermischt. Das stärkere Licht überwältigt dann immer das schwächere so, daß man letzteres nicht wahrnimmt. Deswegen sieht man das Leuchten der Johanniswürmchen, des faulen Holzes und ähnlicher leuchtender Körper am Tage nicht; deswegen wird der Schein einer brennenden Kerze am Tage nicht merklich; deswegen sieht man nichts vom Mondscheine

am Tage, wenn des Morgens nach dem Aufgange der Sonne der vor einiger Zeit voll gewesene Mond, oder des Nachmittags vor Untergange der Sonne der bald voll werdende Mond am Himmel steht; deswegen sieht man am Tage die Sterne nicht; u. s. w.

Besonders deutlich sieht man den dunkeln Theil des Mondes am dritten Tage nach dem Neumonde, weil dann der Mond entfernter von der Sonne steht und sein Erdenschein nicht mehr von den Sonnenstrahlen geschwächt wird, hauptsächlich in den Monaten März und April; denn um diese Zeit hat der Mond eine beträchtliche Norderbreite; um dieselbe Zeit steht er hoch am Himmel und geht nicht so bald nach der Sonne unter. Noch stärker fällt der Erdenschein auf dem Monde in den Monaten August und September des Morgens etliche Tage vor dem Neumonde ins Auge. Nämlich zu dieser Zeit hat der Mond gleichfalls eine beträchtliche Norderbreite; er steht dann lange vor dem Aufgange der Sonne hoch am Himmel; auch ist

das Lichtloch (die Pupille) des Auges in der letzten Hälfte der Nacht erweiterter, als in der ersten Hälfte, und vermag daher, mehr Lichtstrahlen in sich aufzunehmen. Dazu kommt noch, daß zu derselben Zeit, bei der vier und zwanzig stündigen Axendrehung der Erde, die das Licht der Sonne auf den Mond zurückwerfende Halbkugel der Erde gerade diejenige ist, in welcher das meiste feste Land (Afrika und Europa, auch ein Theil von Asien und Amerika) sich befindet. Denn aus physikalischen Gründen sowohl, als allen Erfahrungen zufolge, wirft festes Land viel mehr Licht zurück, als Wasser, als z. B. das atlantische und das stille Meer. — In der That ist, nach den wiederholten Beobachtungen Schröters und anderer berühmter Astronomen dieser Unterschied der Beleuchtung in den genannten Monaten so auffallend, daß es nicht zu bewundern ist, wenn ihn schon Galilei mit seinen unvollkommenen Fernröhren wahrgenommen hat.

Am vierten, fünften und sechsten Tage vor und nach dem Neumonde erscheint das reflectirte

Erdenlicht des Mondes immer schwächer. Zur Zeit des ersten und letzten Viertels ist mit mittelmäßigen Fernröhren gewöhnlich nichts mehr davon zu sehen. Alsdann wirft nämlich die Erde viermal weniger Licht auf den Mond zurück, und die Tagesseite des Mondes ist vier- bis fünfmal größer, als am zweiten und dritten Tage vor und nach dem Neumonde; daher verursacht diese Tagesseite nun zu viele Blendung. — Nur durch sehr stark vergrößernde Fernröhre kann man sie noch wahrnehmen.

Siebentes Kapitel.

Die Mondfinsternisse.

Zur Zeit des Vollmondes, wo die Erde T Fig. 1. Taf. I., zwischen dem Monde E und der Sonne S steht, sieht es bisweilen so aus, als wenn eine schwarze Scheibe von Osten gegen Westen, entweder ganz oder zum Theil, in den Mond rückte, wodurch dieser bald ganz, bald nur zum Theil, mehr oder weniger verdunkelt wird. Diese Erscheinung nennen wir eine Mondfinsterniß. Es ist ausgemacht, daß jene schwarze Scheibe nichts anders ist, als der Schatten der Erde, durch welchen der Mond sich hindurch bewegt.

Die Strahlen eines leuchtenden Körpers schießen (wie wir schon aus Th. I. S. 28. wissen)

wissen) immer in gerader Linie fort; treffen sie auf einen dunkeln Körper, so erleuchten sie die nach ihnen hingekehrte Seite dieses Körpers, und krümmen sich nicht um denselben herum, damit sie etwa auch die hintere Seite erleuchteten, sondern schießen an seiner Gränze vorbei. Folglich bleibt hinter dem Körper ein nicht erhellter Raum, welcher Schatten genannt wird. So wie die Gestalt der Gränzlinie des Körpers ist, so ist auch die Gestalt der Gränzlinie des hinter ihm befindlichen Schattens; ist der Körper viereckigt, so ist auch der Schatten viereckigt; ist der Körper rund, ist er z. B. eine Kugel, so ist auch der Schatten rund. Durchschneidet man den Schatten einer Kugel senkrecht mit einer Ebene, so ist dieser Schnitt ein Kreis; oder, welches einerlei ist, fängt man den Schatten, welchen eine Kugel wirft, mit einer Ebene auf, so bildet der Schatten auf der Ebene einen Kreis.

Wenn sowohl der leuchtende als auch der erleuchtete Körper eine Kugel (oder ein kugel-

ähnlicher Körper), jener aber größer ist, als dieser, so ist der Schatten, welcher hinter dem erleuchteten Körper entsteht, ein Kegel; die Spitze des Kegels macht dann das Ende des Schattenraums aus. Dies ist bei Sonne und Erde der Fall.

Bedeutet S. Fig. 3. Taf. V. die Sonne, T die Erde, und denkt man sich nur diejenigen von der Sonne ausfahrenden Strahlen, welche die Erde treffen, so wie die Gränzstrahlen, welche an der Erde vorbeischießen, so schließen letztere den kegelförmigen Raum u ein, wohin keine Lichtstrahlen gelangen können. Die Grundfläche dieses Schattenkegels ist auf der Erde selbst zu suchen. Durchschneidet man einen Kegel mit einer Ebene, gleichlaufend der Grundfläche, oder senkrecht auf die Axe des Kegels (auf die Linie von der Spitze bis zum Mittelpunkte der Grundfläche), so ist der Schnitt immer ein Kreis. Oder, schiebt man eine Ebene in den Schattenraum u so hinein, daß auf ihr die Axe des Schattens

senkrecht steht, so hat man auf der Ebene eine kreisförmige dunkele Fläche.

Eine solche Bewandniß hat es nun mit der Mondfinsterniß, welche entsteht, wenn der Mond in den kegelförmigen Schatten der Erde hineinrückt. In der Mathematik kann man aus der Größe der Erde und des Mondes (und zwar aus ihren Durchmessern oder Halbmessern) und aus der Entfernung der Erde von der Sonne leicht beweisen, daß die Länge des Erdschattens 217 Erdhalbmesser oder gegen 186,620 deutsche Meilen lang ist, während die Entfernung des Mondes oder der Peripherie seiner Bahn von der Erde höchstens nur 60 Erdhalbmesser oder gegen 51,000 Meilen ausmacht. Der Mond kann also recht gut in den Erdschatten hineinrücken. Da nun der mit der Grundfläche gleichlaufende Schnitt durch diesen Schattenkegel kreisförmig ist, so muß wohl der Erdschatten im Monde als eine dunkele Scheibe erscheinen.

Ist T, Fig. 1. Taf. VI., die Erde, S die

Sonne und A, B, C und D der Mond an verschiedenen Stellen seiner monatlichen Bahn, so sieht man die vordere erleuchtete und die hintere dunkele Seite des Mondes, sammt dem Schatten der Erde und des Mondes. Man sieht ferner, wie der Mond bei der Stellung C, wo er Vollmond ist und die Nachseite der Erde erleuchten sollte, in den Schatten der Erde hineinrücken kann.

Gienge nun die Mondbahn nicht schief durch die Erdbahn, sondern machte ihre Ebene mit der Ebene der Erdbahn eine und dieselbe Fläche aus (eben so wie die Figur auf dem Papiere), so würde bei jedem Vollmonde eine Mondfinsterniß (so wie bei jedem Neumonde eine Sonnenfinsterniß) seyn. Alsdann käme nämlich die Erde mit Sonne und Mond immer in eine gerade Linie zu stehen, und im Vollmond müßte der Erdschatten gerade auf den Mond (beim Neumond der Mondschatten gerade gegen die Erde) fallen. Da aber die Bahn des Mondes, unter dem bekannten Win-

kel von $5\frac{1}{4}$ Grad, schräg liegt, so kann der Mond oft voll und neu seyn, ohne deswegen in den Schatten der Erde zu gerathen (oder, wie bei der Sonnenfinsterniß, seinen Schatten auf die Erde zu werfen). Denn eben wegen dieser Schräge der Mondbahn gegen die Erdbahn kann der Erdschatten oft über und unter dem Monde vorbeistreichen (so wie auch der Mondschatten über und unter der Erde vorbeifahren kann).

Aber so wie sich Erde und Mond im Himmelsraume herumbewegen, so bewegen sich auch die Knoten oder die Durchschnittspunkte der Mondbahn und Erdbahn. Daher trifft es sich zuweilen doch, daß der Mond gerade voll oder neu wird, wenn er sich in dem einen oder andern Knoten befindet. So oft dies geschieht, so oft ereignet sich auch eine Finsterniß.

Gesetzt, die Sonne befände sich wieder bei S, Fig. 1. Taf. VI., und die Fläche des Papiers bedeute die Ebene der Erdbahn, so, daß die Erde T auf diesem Papiere sich jähr-

lich einmal um die Sonne bewege und zugleich den Mond in seiner Bahn A B C D mit sich herumnehme; gesetzt ferner, die Mondbahn wäre gleichsam schief in die Erdbahn hineingeschoben, folglich gehe die halbe Mondbahn A B C über die Erdbahn hinauf, die andere A D C gehe unter der Erdbahn hin. Alsdann liegen die beiden Stellen A und C, wo die Erdbahn von der Mondbahn geschnitten wird, weder über, noch unter der Erdbahn, sondern in der Erdbahn selbst; sie stellen also die Knoten vor. Ist nun Vollmond oder Neumond an diesen Stellen, so steht auch Sonne und Mond in einer geraden Linie S C, und der Vollmond muß bei C durch den Schatten der Erde gehen (so wie der Neumond bei A seinen Schatten gerade gegen die Erde werfen und eine Sonnenfinsterniß erzeugen muß).

Geht der ganze Vollmond so durch den Erdschatten, daß für uns nichts von ihm erleuchtet bleibt, so ist die Mondfinsterniß total; in jedem andern Falle ist sie nur par-

tial. Die totale Mondfinsterniß ist aber entweder eine totale mit Dauer oder eine totale ohne Dauer, je nachdem der in den Schatten eingesenkte Mond entweder eine Zeitlang in dem Erdschatten verweilt, oder gleich wieder heraus tritt. Fallen die Mittelpunkte des Schattens und der Mondscheibe auf einander, so wird die Mondfinsterniß central genannt. Eine solche totale Mondfinsterniß kann $1\frac{3}{4}$ Stunde dauern.

Man pflegt in den Kalendern die Größe der Mondsverdunkelung nach Zollen zu bestimmen, indem man dem Durchmesser des Mondes 12 solcher Zolle zueignet. Daher ist z. B. der Mond halb verdunkelt, wenn die Finsterniß 6 Zoll groß ist; u. s. f.

Stellt S, Fig. 2. Taf. VI., die Sonne und T die Erde vor, so ist EHF der von den äussersten Sonnenstrahlen AH und BH begränzte Schatten. Letzterer erstreckt sich bis nach H, ohngefähr 217 Erdhalbmesser weit von T. Bezeichnet LM einen Theil der Mond-

bahn, so sieht man, daß der Mond bei r, wo man ihn von der Erde aus der Sonne gegenüberstehend wahrnimmt, mit seinem östlichen Rande in den Schatten treten, bei m ganz verfinstert werden und bei t den Schatten wieder verlassen kann.

Denkt man sich unter der Papierfläche, worauf die Figur gezeichnet ist, wieder die Ebene der Ecliptik, welche von der Mondbahn ML unter einem Winkel von $5\frac{1}{4}$ Grad geschnitten wird, ferner die Knotenlinie oder die gerade Linie, worin der Schnitt geschieht und welche die Mondbahn in zwei Theile theilt, so kann man sich auch bei dieser Figur wieder eine Vorstellung davon machen, wie die eine Hälfte der Mondbahn über, die andere unter die Fläche fällt, worin die Figur liegt. Kommt nun der Mond zur Zeit des Neulichtes nach r, so weicht die Knotenlinie nicht weit von der Lage Tm ab. Fällt demnach ein Mondsknoten in oder nahe bei m, so wird der Mond der Ebene der Ecliptik nahe

kommen, folglich den Erdschatten treffen können. Ist er aber zur Vollmondszeit von seinem Knoten zu weit entfernt, so kann er entweder über oder unter dem Erdschatten hinweggehen und dann kann er begreiflich nicht verfinstert werden.

Da, wo die Mondscheibe in den Schattenkegel der Erde tritt, ist der größte scheinbare Halbmesser dieses Schattens (oder eigentlich des bewußten kreisförmigen Schnitts durch den Schattenkegel) 47 Minuten; der größte scheinbare Halbmesser des Mondes aber ist 17 Minuten. Es kann sich daher keine partielle Mondfinsterniß mehr ereignen, wenn der Mittelpunkt des Mondes im Augenblicke des Vollmondes 64 Minuten (die Summe von 47 und 17 Minuten) von der Ecliptik entfernt ist. Alsdann würde der Mond von seinem nächsten Knoten 12 bis 13 Grade abstehen. Beträgt jene Entfernung (die sogenannte Mondsbreite) über 30 Minuten (der Unterschied zwischen 47 und

17 Minuten), so ist eine totale Finsterniß unmöglich. In diesem Falle müßte die Entfernung des Mondes vom nächsten Knoten über 6 Grad betragen.

Wenn ☋ Fig. 4. Taf. V. den Knoten des Mondes, EL☋ die Ecliptik, und C☋ die Mondsbahn bedeutet; wenn ferner der Erdschatten im Augenblicke des Vollmondes in E, 13 Grade vom ☋ und zwar so steht, daß EC 64 Minuten (die Summe von 47 Minuten und 17 Minuten oder die Summe des scheinbaren Schattendurchmessers und Monddurchmessers) beträgt, so streicht der Mond nur so eben an dem Erdschatten hin. Bei L aber, 6 Grad von ☋, ist die größte Entfernung, in welcher sich der Mond noch ganz in den Erdschatten einzusenken vermag. Zwischen L und E wird die Finsterniß immer partial seyn.

In manchem Jahre kann daher keine Mondfinsterniß vorfallen, obgleich die meiste Zeit zwei Mondfinsternisse im Jahr sich ereignen. Nun ist der Erdschatten in der Gegend der

Mondbahn noch dreimal breiter als der Mond; deswegen kann die Mondfinsterniß allerdings einige Zeit dauern. Bei der centralen Finsterniß muß der Mond in dem Punkte seines Knoten selbst seyn. Indessen macht der Halbschatten EHJ, FHK, Fig. 2. Taf. VI., welcher nach dem Kernschatten EFH zu immer dunkler wird und sich allmälig in diesem verliert, die genaue Bestimmung des wahren Anfangs der Verfinsterung sehr schwer und unsicher.

Man versteht nämlich unter Halbschatten denjenigen Raum (EHJ und FKH, Fig. 2. Taf. VI.) hinter einem dunkeln vorn von der Sonne erleuchteten Körper, in welchen nicht alle Strahlen von der nach dem dunkeln Körper hingekehrten Seite des leuchtenden Körpers, sondern nur eine gewisse Anzahl derselben, hingelangen. So kommen z. B. Strahlen von der Kante A, Fig. 2. Taf. VI., des leuchtenden Körpers T in den Raum EHJ, so wie Strahlen von der Kante B in den Raum

F K H. Die Strahlen von der Mitte der leuchtenden Seite A B kommen nicht dahin. In den Raum E F H (dem wahren oder vollen Schatten, Kernschatten) kommen gar keine Strahlen, weder von der Mitte, noch von der Kante des leuchtenden Körpers; daher ist dieser Raum ganz dunkel. Da nun der Raum E H J und F K H weder so dunkel ist, als der Raum E F H, noch auch so hell, als die Räume ausserhalb der Gränze E J und F K, so war der Name Halbschatten recht paßlich für sie.

Am hellsten ist der Halbschatten noch nahe an E J und F K; je näher er an E H und F H liegt, desto dunkler wird er, weil er dann immer weniger und weniger Strahlen von A B bekommt. Er fließt bei E H und F H gleichsam in den vollen Schatten über; und eben daher rührt die Schwierigkeit, den wahren Anfang und das wahre Ende der Finsterniß ganz genau zu bestimmen.

Befänden wir uns zu der Zeit auf dem Monde, wo dieser hinter der Erde steht, so würden wir eine totale Sonnenfinsterniß haben, das heißt, wir würden dann die Erde vor der Sonne wahrnehmen, so daß sie dem Monde das Sonnenlicht entzöge. Aus den bisher zur Erläuterung gebrauchten Figuren springt dies deutlich genug in die Augen. Die Bewohner des Mondes haben daher jedesmal eine Sonnenfinsterniß, wenn wir eine Mondfinsterniß haben. Indessen dürfen wir uns nicht vorstellen, daß es dann stockfinster auf dem Monde wäre. Denn wenn die Atmosphäre der Erde ohne Wolken und Nebel, folglich rein und heiter ist, so gelangen doch noch manche an der Erde vorbeistreifende Sonnenstrahlen zu dem Monde, und zwar auf ähnliche Art, durch Beugung oder Brechung, wie auf Stellen unserer Erde, denen die Sonne noch nicht auf- oder untergegangen ist (zur Zeit der Dämmerung), immer noch mehrere Sonnenstrahlen hintreffen. Aber diese gebogenen oder gebrochenen Strahlen er-

scheinen dann nicht mehr weiß, wie die gewöhnlichen Sonnenstrahlen, sondern gelb und roth. Dies ist auch der Grund, warum der Mond bei totalen Mondfinsternissen gewöhnlich ganz dunkelroth oder blaßroth erscheint. Die Bewohner des Mondes werden dann allemal eine große schwarze Scheibe (die Erde) vor der Sonne erblicken, welche rings herum mit einem farbigen Scheine begränzt ist.

Befänden sich die Bewohner des Mondes in dem Halbschatten der Erde, so hätten sie eine partielle Sonnenfinsterniß. Steht der Mond in M, Fig. 2. Taf. VI., so sehen sie zuerst den Sonnenrand A von dem Erdrande F bedeckt. Immer nehmen sie von da an einen größern verfinsterten Theil wahr, bis der Mond in m kommt, wo ihnen die Sonne ganz verfinstert erscheint.

Nicht blos für jedes laufende Jahr, sondern auch für alle folgende Jahre können die Astronomen leicht den Ort des auf- und niedersteigenden Knotens finden, so wie die Zeit

und den Ort des Vollmondes, den Abstand des Vollmondes vom auf- und niedersteigenden Knoten u. s. w. Hieraus läßt sich nun wieder durch Zeichnung und Berechnung auf viele Jahre hinaus angeben, welcher Vollmond verfinstert seyn wird, sammt dem Anfange, dem Mittel, dem Ende und der Größe der Finsterniß.

Wäre jetzt z. B. Vollmond, und der Mond stände in oder nahe am Knoten, wodurch eine Mondfinsterniß erzeugt würde, so müßte er, wenn er allein sich bewegte, in 27⅓ Tagen wieder im Vollichte seyn. Da aber unterdessen auch die Erde in der Ecliptik ohngefähr 27 Grade weit fortgerückt ist, so muß der Mond gegen 30 Grad vom Knoten hinweggehen, ehe wieder Vollmond wird. Er ist also nun schon zu weit von der Ecliptik entfernt, als daß er an den Erdschatten kommen könnte. Im folgenden Vollmonde ist er schon 60, im wieder darauf folgenden 90 Grade u. s. f. von dem Knoten hinweg; also erst nach 6

Monaten (weil 6 mal 30 Grade den halben Kreis oder 180 Grade ausmachen) kommt er wieder in die Nähe des andern Knoten, wo eine Mondfinsterniß möglich ist. Ausserdem gehen aber auch seine Knoten monatlich um 1½ Grad zurück, daher ereignen sich die Vollmonde immer in andern Gegenden des Thierkreises, und kommen erst nach 18 Jahren 11 Tagen wieder in dieselben Gegenden der Ecliptik. Wirklich erscheinen auch die Mondfinsternisse nach 18 Jahren 11 Tagen oder nach 223 Vollmonden wieder in derselben Ordnung. Genauer geschieht dies immer nach Verlauf von 716, 3087, 6890, 9977 u. s. w. Vollmonden. Hat man daher ein Verzeichniß der Mondfinsternisse von einigen Jahrhunderten, so kann man die künftigen Mondfinsternisse ziemlich sicher auf lange Zeit vorhersagen.

Zur Bestimmung der Mondfinsternisse sind besonders die Mayerschen Sonnen- und Mondstafeln (von dem ehemaligen berühmten Göttingenschen Astronomen Tobias

Mayer)

Mayer) sehr nützlich, worin man den jedesmaligen Stand der Sonne und des Mondes genau angegeben findet.

Da die Mondfinsterniß eine wahre Verfinsterung des Mondes ist, indem der Mond wirklich sein Licht im Erdschatten verliert, so muß an allen Orten der Erde, wo der Mond während seiner Verdunkelung über dem Horizonte steht und von den Erdbewohnern gesehen werden kann, die Finsterniß nicht blos gleich groß erscheinen, sondern auch in demselben Augenblicke anfangen und aufhören, wenn man auch an diesen verschiedenen Orten den Mond nicht in einerlei Punkten des Firmaments erblickt und die Uhr verschiedene Stunden des Tages anzeigt. Die Erfahrung lehrt, daß die Uhr nicht an jedem Orte, wo man den Anfang, die Mitte oder das Ende einer Mondfinsterniß sieht, einerlei Stunden zeigt, sondern wenn die Finsterniß z. B. in Berlin um 10½ Uhr anfängt, es in Lissabon erst 9 Uhr, in Quebeck

Bayerische
Staatsbibliothek
München

erst gegen 5 Uhr, in Moskau schon 12 Uhr 7 Minuten, in Pondichery schon 4 Uhr nach Mitternacht ist, u. s. w. Denn an denjenigen Orten wird es ja früher Mittag, früher Abend, früher Mitternacht ꝛc., die östlicher, an denjenigen wird es später Mittag, später Abend, später Mitternacht ꝛc., die westlicher liegen, und zwar wird alles dieses eine Stunde früher oder später, wenn die Oerter 15 Grad östlicher oder westlicher, zwei Stunden, wenn sie 30 Grad östlicher oder westlicher liegen ꝛc. (wie sich aus Th. I. S. 129 f. ergiebt). Daher konnte man sich der Mondfinsternisse auch als Mittel bedienen, die geographische Länge zu finden.

Bayerische Staatsbibliothek München

Achtes Kapitel.

Die Sonnenfinsternisse.

Wenn der Mond zur Zeit seines Neulichtes (der Conjunktion) gerade zwischen der Erde und der Sonne, folglich in oder nahe bei der Ecliptik steht, so bedeckt er für unsere Augen die Sonne zuweilen ganz, zuweilen auch nur zum Theil; und diese Erscheinung nennen wir eine Sonnenfinsterniß. Es sieht dann so aus, als ob eine dunkle runde Scheibe an den westlichen Rand der Sonne trete und nach dem östlichen vor der Sonne vorüber gehe.

Der Mondschatten ist es, welcher die Sonnenfinsternisse verursacht, indem er auf einen Theil der Erde fällt und diesem die Son-

nenstrahlen entzieht. Daher ist diese Finsterniß eigentlich eine Erdfinsterniß, weil die Erde und nicht die Sonne Licht verliert oder verdunkelt wird, und zwar nur derjenige Theil der Erde, wo der Mondschatten gerade hintrifft. Man sieht dieses schon Fig. 1. Taf. VI. wo der Mond A im Neulichte ist, und seinen Schatten auf einen Theil der Erde T wirft.

Der Mond wirft wegen seiner geringen Größe einen so kleinen Kernschatten, daß die Spitze desselben die Erde oft gar nicht erreicht. Wenn sie aber auch dieselbe trifft, so ist sie da doch so dünn, daß kaum einige Quadratmeilen Land von ihr bedeckt werden. Wer dann gerade an der Stelle wohnt, wo der Schatten hinfällt, der kann freilich gar nichts von der Sonne sehen, weil daselbst eine totale Sonnenfinsterniß ist. Aber hieraus ist auch zugleich klar, warum sich bei uns solche totale Sonnenfinsternisse so selten ereignen. Da nämlich die ganze Oberfläche der Erde über 9 Millionen Quadratmeilen enthält, so können auf

derselben freilich erst viele totale Sonnenfinsternisse vorkommen, ehe der Kernschatten des Mondes gerade einmal auf unsere Gegenden fällt. Wer indessen nicht zu weit von derjenigen Gegend entfernt ist, wo eine totale Sonnenfinsterniß sich ereignet, der erblickt den Mond zwar auch vor der Sonne, es bleibt ihm aber immer noch ein Theil dieses leuchtenden Körpers sichtbar. Hier ist dann die Sonnenfinsterniß eine partiale oder partielle; und diese ist wieder desto kleiner, je kleiner derjenige Theil der Sonne ist, welcher vom Monde noch unbedeckt bleibt. Bei einer solchen partiellen Sonnenfinsterniß spürt man allerdings auch einige (der Dämmerung ähnliche) Lichtschwächung, welche begreiflich von dem Halbschatten des Mondes herrührt.

Wenn T, Fig. 1. Taf. VII., die Erde, L den Mond und S die Sonne bedeutet, wenn ferner F den westlichen, E den östlichen Rand der Sonne vorstellt, und der Neumond in L mit S und T genau oder doch beinahe in einer

und derselben Ebene liegt, so kann der kegelförmige, mit seiner Spitze nach der Erde hingekehrte, Mondschatten auf die Stelle r der Erde fallen. Auf dieser Stelle nun erscheint die Sonne ganz vom Monde bedeckt, während die Sonne zu derselben Zeit von a aus, nach den Gesichtslinien a E und a F, ohne alle Bedeckung sich zeigt, und während der Mond ostwärts nach h neben der Sonne gesehen wird. Von d aus sieht man den westlichen Theil des Mondes vor der Sonne. Von g aus erblickt man den Mittelpunkt des Mondes zu derselben Zeit nach der Richtung m; sein östlicher Rand kommt da dem westlichen Sonnenrande sehr nahe zu stehen.

Hieraus ist es nun begreiflich genug, daß eine Sonnenfinsterniß nicht überall auf der Erde zu gleicher Zeit und von gleicher Größe gesehen wird und daß es sogar viele Oerter geben kann, wo den Menschen nichts von einer Sonnenfinsterniß, die sich an gewissen Stellen der Erde ereignet, zu Gesicht kommt.

Daß der Ort d im Halbschatten liegt und daß er dann sammt allen übrigen Oertern der Erde, die von dem Halbschatten getroffen werden, eine partielle Sonnenfinsterniß hat, kann durch Hülfe der Fig. 2. Taf. VI. deutlich genug gemacht werden, wo Ca, Ap, Br den Kernschatten, Cno, BlN und AMu den Halbschatten des Mondes vorstellen.

Wenn der Mond in der Conjunktion mit der Sonne (d. h. gerade zwischen der Erde und der Sonne) steht, so fällt sein Kernschatten auf a, und hier erscheint die Sonne total verfinstert. Der Halbschatten aber breitet sich um jenen Kernschatten in dem kreisförmigen Raume neo auf der Erdoberfläche aus. An der äussersten Gränze scheinen sich die Ränder der Sonne und des Mondes nur zu berühren. So berührt, von n aus betrachtet (wenn man die bewußten Gesichtslinien mJ, lK zieht), der östliche Mondrand m den westlichen Sonnenrand J; von o aus betrachtet berührt der westliche Mondrand l den östlichen Sonnenrand K;

von e und dessen gegenüber liegendem Punkte aus wird diese Berührung für die nördlichen und südlichen Ränder des Mondes und der Sonne statt finden. — Es ist also zu der Zeit, wo der Mond in C steht, nur in dem beschatteten Raume n e o a und an keinem andern Orte der Erde eine Sonnenfinsterniß zu sehen.

Uebrigens wird auch die Größe der Sonnenfinsterniß in solchen gleichen Theilen ausgedrückt, deren der Sonnendurchmesser 12 hat. Diese Theile werden gleichfalls, wie bei der Mondfinsterniß, Zolle genannt.

Je näher der Mond der Erde ist (in der Erdnähe), desto größer ist sein scheinbarer Durchmesser, und desto größer ist der Raum, den der Mondschatten auf der Erde einnimmt. Je entfernter der Mond von der Erde ist, desto kleiner ist sein scheinbarer Durchmesser und desto kleiner auch der Raum, in dem die Spitze des Mondschattens auf der Erde sich ausbreitet. Ist der Mond am weitesten von der Erde hinweg (in der Erdferne), so trifft es

sich nicht selten, daß die Spitze des Mondschattens die Erde gar nicht erreicht und daß sie dann gar keine totale Sonnenfinsterniß bewirken kann.

Wenn die Sonne bei einer Verfinsterung von der Erde am entferntesten ist und der Mond sich in der Erdnähe befindet, so ist der scheinbare Durchmesser des Mondes um 2 Minuten und 7 Sekunden größer, als der scheinbare Durchmesser der Sonne. Denn je näher uns ein Körper ist, desto größer erscheint er uns, desto größer ist seine scheinbare Größe, oder der Winkel, den er an unserm Auge macht. Es kann uns daher auch recht gut von zwei ungleich großen Körpern (wie dies in jenem Falle bei Mond und Sonne geschieht) der kleinere größer erscheinen, als der größere, wenn jener uns um viel näher ist.

Ist aber in obigem Falle der scheinbare Durchmesser des Mondes um 2 Minuten und 7 Sekunden größer, als der scheinbare Durchmesser der Sonne, so zeigt sich bei a eine to-

tale und centrale Sonnenfinsterniß, die 3 Minuten 41 Sekunden lang dauern kann. Eine solche Sonnenfinsterniß ist die möglich größte, weil dann der wahre Mondschatten oder Kernschatten da, wo er die Erde trifft, die größte Breite hat. Erscheinen Durchmesser der Sonne und des Mondes gleich groß, so berührt genau die Spitze des wahren Mondschattens die Erde. Alsdann ist die totale und centrale Sonnenfinsterniß bei a nur von augenblicklicher Dauer. Wenn endlich der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner ist, als der scheinbare Durchmesser der Sonne, welches am meisten statt findet, so kommt die Spitze des Mondschattens nicht bis zur Oberfläche der Erde herab. Alsdann erscheint der Mond in a mitten vor der Sonne, und zwar so, daß er von der Sonne einen Ring um sich herum unbedeckt läßt. Solche Finsternisse heißen ringförmige. Die Breite dieses Ringes ist am größten, wenn der Mond in seiner Erdferne und die Sonne in ihrer Erdnähe steht.

Denn durch jenen Stand wird der scheinbare Durchmesser des Mondes verkleinert, durch diesen wird der scheinbare Durchmesser der Sonne vergrößert; es muß also wohl ein größerer heller Sonnenring um der dunkeln Mondscheibe herum bleiben. Die Breite des Ringes beträgt dann 1½ Minute, weil dann der scheinbare Monddurchmesser ohngefähr 3 Minuten kleiner ist, als der scheinbare Sonnendurchmesser.

Der Mond bewegt sich von Westen nach Osten oder Fig. 2. Taf. VII. von A nach B. Nach derselben Richtung, nämlich nach M a N, dreht sich die Erde um ihre Axe. Befindet sich nun der Mond in A, so kann der östliche Rand seines Halbschattens die Erde zuerst in i berühren. Unter allen Oertern der Erde sieht dann derjenige die Sonne bei ihrem Aufgange verfinstert oder den östlichen Mondrand g vor den westlichen Sonnenrand J treten, welcher zu dieser Zeit gerade bei i in die erleuchtete Halbkugel der Erde kommt. Von da breitet

sich sowohl der Halbschatten, als der Kernschatten des Mondes auf der Erde nach i o aus. Kommt der Mond nach C, so scheint er die Sonne für die Länder bei a gerade um die Mittagszeit zu bedecken. Der Mondschatten geht dann über n k hin. Langt der Mond endlich in B an, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens in k die Erde. Die Bewohner des Orts an der Nachtseite der Erde bei k sehen nun, wie zuletzt bei Sonnenuntergange der westliche Mondrand h den östlichen Sonnenrand k berührt.

Weil nun der Mondschatten von Westen nach Osten über die Erdfläche hinläuft, so müssen die westlichen Länder der Erde früher, als die östlichen die Sonne verfinstert sehen.

Haben wir eine Sonnenfinsterniß, so müssen die Bewohner des Mondes zu derselben Zeit einen kleinen Schatten-Flecken auf der Erde wahrnehmen. Bei den ringförmigen Sonnenfinsternissen aber, bei welchen kein eigentlicher Mondschatten auf der Erde zu sehen ist, wür-

de man vom Monde aus die Erdfinsternisse in der Mitte des Mond-Halbschattens kaum bemerken.

Nicht bei allen Neumonden können sich Sonnenfinsternisse ereignen, theils deswegen nicht, weil die Mondbahn die bewußte Neigung gegen die Ecliptik hat, theils aber auch deswegen nicht, weil der Mond nicht immer in einem und demselben Punkte des Thierkreises mit der Sonne zusammen kommt. Soll zur Zeit des Neumondes eine Sonnenfinsterniß möglich werden, so muß der Mond in der Conjunktion mit der Sonne weniger als 1 Grad 34 Minuten und 26 Sekunden von der Ecliptik und daher gewöhnlich nicht über 19 Grade vom Knoten entfernt seyn. Sind indessen beim Neulichte Sonne und Mond zugleich in der Erdferne, so kann die Sonnenfinsterniß schon möglich werden, wenn der Mond auch nur 16 bis 17 Grad vom Knoten entfernt ist. Wegen des ungleichen Mondlaufes kann man die äussersten Gränzen, zwischen welchen eine Son-

nenfinsterniß wahrscheinlich oder gewiß erfolgt, da hinsetzen, wo der Mond in der Conjunktion mit der Sonne eine Entfernung von 15 bis 21 Grad von dem Knoten hat.

Die Sonnenfinsternisse können also häufiger vorfallen, als die Mondfinsternisse; denn diese werden (wie wir aus dem vorhergehenden Kapitel wissen) schon unmöglich, wenn der Mond in der Opposition über 12 bis 13 Grad von dem Knoten entfernt ist. Indessen leuchtet aus obigen Sätzen auch die Ursache hervor, warum nicht jeden Neumond eine Sonnenfinsterniß kommt. Erst nach 223, und immer genau nach 716, 3087, 6890, 9977 Neumonden erscheinen die Sonnenfinsternisse in derselben Ordnung wieder.

Jedes Jahr müssen wenigstens zwei Sonnenfinsternisse einfallen, weil die Sonne nach 6 Monaten wieder in die Nähe der Mondsknoten kommt. Den nächsten Monat vor und den nächsten nach einer totalen Mondfinsterniß ist meistens auch eine Sonnenfin-

sterniß. Wenn aber eine centrale Sonnenfinsterniß eintrifft, so ist im nächst vorhergehenden und nächst folgenden Vollmonde keine Mondfinsterniß möglich. Daher können in einem Jahre, wo zwei centrale Sonnenfinsternisse eintreffen, keine Mondfinsternisse vorfallen.

In einem Jahre kann die Zahl der Mondfinsternisse und Sonnenfinsternisse zusammen bis sieben gehen. Höher steigt ihre Zahl nie. Fallen in einem Jahre sieben Finsternisse vor, so treffen sie in die Monate Januar, Junius, Julius und December. Da ferner in 354 Tagen, das heißt, in einem Jahre weniger 11 Tagen, die Neumonde und Vollmonde zwölfmal wieder kommen, so treffen sie des folgenden Jahres in demselben Knoten 11 Tage früher ein. Daher zeigen sich diejenigen Finsternisse, die in einem Jahre ansehnlich gewesen sind, im folgenden Jahre wieder, aber 11 Tage früher und mit verminderter Größe. Denn diejenigen, welche in

einem Jahre gerade in einem Mondsknoten vorfielen, treffen in dem folgenden Jahre ohngefähr 8 Grad ostwärts vom Knoten ein, weil binnen einem Jahre der Knoten ohngefähr um 19 Grad zurückgegangen ist. Für das zweite folgende Jahr beträgt jene Entfernung vom Knoten schon 16 Grade. Da ist also keine Mondfinsterniß, wohl aber eine Sonnenfinsterniß möglich. — Uebrigens beobachtet man die Sonnenfinsternisse, um die Augen zu schonen, mit vorgehaltenem schwarz gefärbten oder über der Lampe schwarz angelaufenem Glase. Auch wenn man die Sonne durch ein Fernrohr ansieht, schraubt man immer erst ein dunkel gefärbtes Glas vor das Augenglas (Okularglas).

Die Rechnung, wodurch man den Eintritt der Sonnenfinsternisse vorher bestimmt, ist immer weitläufiger und schwieriger, als diejenige zur Voraussagung der Mondfinsternisse. Denn bei letzteren wird der Mond wirklich seines Lichts beraubt, folglich in einem

und demselben Augenblicke für die ganze Erde verfinstert, und deswegen ist eine solche Finsterniß für alle, die sie sehen können, immer dieselbe. Durch eigne astronomische Tafeln erleichtern sich die Sternkundigen auch diese Berechnung. Gute akkurat gehende Uhren gehören freilich auch immer dazu, um genau den Anfang und das Ende der Sonnenfinsterniß (eben so, wie der Mondfinsterniß) angeben zu können.

Neuntes Kapitel.

Die Gestalt und Größe der Sonne.

Die Sonne, dieser herrliche Weltkörper, dem unsere Erde untergeordnet ist, dem wir das Tageslicht und die ersten Annehmlichkeiten unseres Lebens verdanken, ist gleichfalls kugelförmig, wie unsere Erde und wie alle übrige Himmelskörper. Mit bloßen Augen erscheint sie uns freilich, wie alle von unseren Augen entfernte Kugeln scheibenförmig oder platt, wie ein Teller; aber wenn wir auch nicht durch gute Fernröhre die kugelartige Gestalt wahrnehmen könnten, wie es doch wirklich der Fall ist, so ließe sich diese kugelartige Form auf andere Art (wenigstens durch Grün-

de der höchsten Wahrscheinlichkeit, wie bei unserer Erde) beweisen.

Der mittlere scheinbare Durchmesser der Sonne, zu dessen Messung die Astronomen sehr sinnreiche Werkzeuge (sogenannte Mikrometer und Heliometer) besitzen, ist 32 Minuten und 6 Sekunden. Denn gegen den 31sten December erscheint uns der Durchmesser der Sonne um 1 Minute und 5 Sekunden größer, als gegen den 31sten Junius. Zu jener Zeit ist ihr scheinbarer Durchmesser 32 Minuten 38½ Sekunden, zu dieser 31 Minuten 33½ Sekunden *). Hieraus schließt man, daß uns die Sonne im Winter näher, als im Sommer sey, wie es auch wirklich (nach Th. I. S. 185 f.) der Fall ist. Da nun jene Zahlen den größten und kleinsten

*) Versteht sich auch hier, in Theilen eines Winkels, oder eines Bogens, den der Winkel mißt, den rechten Winkel zu 90 Graden, den Grad zu 60 Minuten und die Minute zu 60 Sekunden gerechnet.

scheinbaren Durchmesser zugleich angeben, so verhält sich die größte Weite der Sonne von uns zur kleinsten Entfernung wie jene Zahlen, oder beinahe wie 103 zu 100.

Die größte Entfernung der Sonne von uns, den 31sten Junius, beträgt ohngefähr 20 Millionen und 961,000, die kleinste Entfernung, den 31sten December, 20 Millionen und 268,000 Meilen; folglich ist uns die Sonne im Winter gegen 700,000 Meilen näher, als im Sommer (Th. I. S. 185 f.), und ihre mittlere Entfernung von uns betrüge demnach 20 Millionen und 600,000 Meilen. Der Mathematiker berechnet diese Entfernung aus einem großen gemessenen Bogen (dem Bogen eines Meridians) auf der Erde, dem Winkel, den dieser Bogen am Mittelpunkte der Erde macht und dem Halbmesser der Erde, nach vorhergegangenen Beobachtungen des Standes der Sonne im Horizonte und im Zenith. Er erhält dadurch drei bekannte Größen, woraus er eine geometrische Proportion (ein Exempel

der Regel de Tri) bildet. Das vierte unbekannte Glied macht die gesuchte Entfernung aus, die dadurch gefunden wird, daß man die beiden mittlern Glieder mit einander multiplicirt und das erhaltene Produkt durch das erste Glied dividirt.

Aus der Entfernung der Sonne von der Erde und dem scheinbaren Durchmesser der Sonne berechnet man hernach den wahren Durchmesser der letztern. Diesen findet man gegen 192,000 Meilen groß, oder beinahe 112 mal größer, als den Durchmesser der Erde, wenn man letztern zu 1719 Meilen annimmt. Die Oberfläche der Sonne ist dann 12,544 mal größer, als die Oberfläche der Erde oder gegen hundert und siebenzehn tausend Millionen Quadratmeilen groß. Ihr körperlicher Inhalt aber übertrifft den körperlichen Inhalt der Erde 1400,000 mal, oder macht gegen 3730 Billionen Kubikmeilen aus *).

*) Wie man aus dem Durchmesser einer Kugel den

Wir glauben Wunder, wie groß unsere Erde mit allen ihren Kaiserthümern, Königreichen und Fürstenthümern ist. Aber wie klein ist sie im Verhältniß gegen die Sonne! Könnten wir unsere ganze schöne Erde in die Sonne setzen, so würde sie darin keinen größern Raum einnehmen, als ein kleiner Ball, womit die Kinder spielen, in einem großen Hause. Dreißig auf einander gethürmte Erdkugeln würden bis an den Mond reichen. Aber von dem einen Rande der Sonne bis zum andern zu reichen, würde eine an einander gelegte Reihe von hundert und zwölf Erdkugeln gehören. Wollte der Schöpfer die Sonne aushöhlen, und in diese Höhle die Erde sammt dem Monde setzen, so würde letzterer noch immer seine weite Bahn um die Erde machen können, ohne an die Rinde der Sonne

---

Umfang, die Oberfläche und den körperlichen Inhalt berechnet, kann man aus dem 1ten Theile S. 50 f. abnehmen.

anzustoßen. Denn die Oberfläche der Sonne ist von ihrem Mittelpunkte etwas weiter entfernt, als die Mondbahn von der Erde. Wollte der Schöpfer aus der Sonne eine Menge kleinere Weltkörper machen, so könnte er daraus gegen 1400,000 bilden, wovon jeder so groß wäre, als unsere Erde. Setzte er diese kleinen Weltkörper an die scheinbare Fläche des Himmelsgewölbes neben einander in eine Entfernung, die der Entfernung der Sonne von uns gleich ist, so würden sie alle wie helle Sterne erscheinen.

Könnten wir eine Reise nach der Sonne unternehmen und auf dieser Reise ohne Aufenthalt täglich zehn Meilen zurücklegen, so würden wir zu dieser Reise sechs tausend Jahre nöthig haben, weil ihr Abstand von uns (wie wir oben sahen) über 20 Millionen Meilen beträgt. Wegen dieses erstaunlich weiten Abstandes kann sie unsern Augen freilich nicht größer als ein Teller vorkommen. Stände aber in derselben Entfernung ein Weltkörper

von der Größe unserer Erde, so würde dieser uns nur als ein kleiner Flecken erscheinen; und einen Körper von der Größe unseres Mondes würden wir daselbst gar nicht, oder durch die besten Fernröhre höchstens als einen kleinen Punkt wahrnehmen.

Zehntes Kapitel.

Die Beschaffenheit des Sonnenkörpers insbesondere.

Wenn man die Sonne durch ein feines in eine Platte gestochenes Löchelchen, oder durch ein beräuchertes Glas, oder durch ein hinreichend dunkel gefärbtes Glas, oder (am besten) durch ein Fernrohr betrachtet, vor dessen Augenglase (Okularglase) ein dunkel gefärbtes auf beiden Seiten ebenes Glas angebracht ist, so sieht man zuweilen schwarze Flecken auf der Sonnenscheibe, die mit einem bräunlichen Rauche oder Nebel umgeben zu seyn scheinen. Ueber diese Flecken und die Beschaffenheit der Sonne überhaupt, sind von jeher viele und zum Theil lächerliche Vermuthungen zum Vorschein gekommen.

Während die Flecken und Tüpfeln des

Mondes immer dieselben bleiben, so sind die Flecken der Sonne stets großen Veränderungen unterworfen; und dies ist eben das Merkwürdigste bei den Sonnenflecken, und war immer das Räthselhafteste bei der Erscheinung. Oft entstehen mitten auf der Sonne in einem einzigen Tage ganze Gruppen derselben. Die einzelnen schwarzen Tüpfelchen einer solchen Gruppe erscheinen anfangs fast immer sehr klein; hernach werden sie gewöhnlich immer größer, und nicht selten ziehen sie sich in einen einzigen großen Flecken zusammen, der zuweilen über 6000 Meilen lang ist. Solche große Flecken vertheilen sich in der Folge meistens wieder in eine Menge kleiner, die sich allmälig ganz verzehren oder wieder unsichtbar werden. Durch schwache Fernröhre sehen sie zwar vollkommen dicht und schwarz aus; durch starke Vergrößerungen aber zeigen sie sich flockig und rauh, ohngefähr so, wie recht schwarze Gewitterwolken, welche hin und wieder ein wenig unterbrochen sind.

Gewöhnlich sind diese Sonnenflecken mit einer besondern halbdurchsichtigen (rauch- oder nebelartigen) Hülle umgeben, durch welche das Licht der Sonne hindurchschimmert. Eine solche halbdurchsichtige Hülle pflegt man die Atmosphäre eines Fleckens zu nennen. Der schwarze Flecken selbst wird dann Kern genannt. Oft befinden sich fünf und mehr solche Kerne auf einer Stelle beisammen und erscheinen dann alle in einer und derselben gemeinschaftlichen Atmosphäre eingehüllt zu seyn. Uebrigens zeigen auch diese scheinbaren Rauch-Atmosphären eben so wenig, als ihre schwarzen Kerne, eine ordentliche und beständige Gestalt; vielmehr verändern sie ihre Gestalt unaufhörlich; bald erweitern, bald verengern sie sich.

Durch gute Fernröhre sieht man an der Sonne auch oft hellere und weißere Stellen, als alle übrige Gegenden. Man erblickt sie nur nahe am Rande der Sonne und zwar gewöhnlich an solchen Plätzen, wo

früher große schwarze Flecken waren, die sich kurz vorher gleichsam verzehrt hatten. Diese helleren Stellen, welche man Lichtflecken oder Sonnenfackeln zu nennen pflegt, erscheinen fast nie einzeln, sondern immer gruppenweise; es sieht so aus, als wenn kleine Licht-Wölkchen beisammen ständen. Scharf begränzt sind sie nie; sie verlieren sich vielmehr allmälig in die zwischen und neben ihnen befindlichen etwas dunklern Gegenden. In Hinsicht ihrer Dauer und Gestalt sind sie weit veränderlicher, als die schwarzen Flecken selbst. Mitten vor der Sonne sieht man sie gar nicht. Nur ein Paar Zolle vom Rande hinweg nimmt man sie wahr, wenn man sich den Durchmesser der Sonne in 12 Zolle getheilt vorstellt.

Man nimmt an den Sonnenflecken auch eine ziemlich ordentliche Bewegung wahr, indem sie, fast immer parallel, über die Oberfläche der Sonne hinzulaufen scheinen, und zwar vom östlichen Rande derselben nach dem

westlichen, hinter welchem sie sich dann verbergen. Manche kommen aber auch am östlichen Rande wieder zum Vorschein, um aufs Neue über der sichtbaren Sonnenscheibe von Osten nach Westen hinzulaufen; und so fort. Dies ist besonders mit den ganz großen der Fall, welche man nach dem Herumlaufen um die Sonne wieder erkennt. An ihnen hat man vorzüglich auch wahrgenommen, daß etwa 13 Tage verfließen, ehe sie vom östlichen Rande bis zum westlichen gelangen, und daß ohngefähr 14 Tage darauf hingehen, ehe sie ihren Weg hinter der Sonne herum zurücklegen, und am östlichen Rande aufs Neue sichtbar werden. Die ganze Dauer ihrer scheinbaren Bewegung um die Sonne beträgt daher ohngefähr 27 Tage. Immer verweilen sie länger hinter ihr, als vor ihr.

Nie hat man wahrgenommen, daß die Sonnenflecken merklich von Süden nach Norden oder von Norden nach Süden, auch nicht von Westen nach Osten sich bewegten. Ganz

gerade aus Osten nach Westen gehen sie aber auch nicht; ihr Lauf geht vielmehr schief von jener bis zu dieser Gegend hin.

Diese Bewegung der Flecken kann (Kap. 11.) sehr gut erklärt werden. Aber weit schwerer ist es, die Beschaffenheit der Flecken selbst zu erklären. Einige Naturforscher glaubten, die dunkeln Flecken seyen eine besondere Art sehr dicker schwarzer Wolken, welche über der Sonnenfläche schwebten und an den Stellen, wo sie sich befänden, kein Licht hindurchließen. Andere gaben sie für verbrannte Schlacken aus, welche auf der Sonnenfläche in Gestalt großer Inseln, gleichsam wie auf einem brennenden Meere schwämmen. Noch andere, wie z. B. Herr Wünsch zu Frankfurt an der Oder, machten darüber folgende Erklärung, welche für Viele mehr Gründe der Wahrscheinlichkeit hatte.

„Die Sonne, ein fester dunkler Körper, ist nur außen herum überall mit flüssigen brennbaren Materien umgeben, oder mit einem,

vielleicht viele hundert Meilen tiefen, Feuermeere bedeckt und rings herum in eine mit Rauch und Dampf vermengte Luftatmosphäre eingehüllt, die sich wohl Millionen Meilen weit forterstrecken könnte. Dieses Feuermeer brennt nicht ruhig fort, sondern reißt ohne Unterlaß ungeheuer große Massen gröberer Materie aus der Tiefe los und stößt diese mit schrecklicher Wuth in die Höhe, ohngefähr so, wie ein feuerspeyender Berg auf der Erde nicht blos Flamme und brennende Lava, sondern auch Steine, Asche u. dgl. gewaltsam emporschleudert und oft ganze Gegenden mehrere Fuß hoch damit bedeckt. Die leichtern von dem Feuermeer der Sonne emporgerissenen Materien können nun wohl bis an die Oberfläche dieses Feuermeers gelangen und uns dann in Gestalt schwarzer oder dunkler Flecken erscheinen, weil das Feuer aus der Tiefe nicht durch sie hindurchleuchten kann. Nimmt man nun an, die Sonne drehe sich mit erstaunlicher Geschwindigkeit um ihre Axe (nach Kap. 11.),

so müssen jene Materien wohl, vermöge der gewaltigen Schwungkraft, nach dem Aequator hingetrieben werden, wo die Entfernung von der Umdrehungsaxe am größten ist (Th. I. S. 64 f.), folglich von den Polen abgleiten. Deswegen erblicken wir die meisten schwarzen Flecken in der Nähe des Sonnen-Aequators; in der Nähe der Pole sehen wir sie selten.

Wenn nun auch das Feuermeer der Sonne beständig eine Menge Sonnenkörper zerstört, so gehen doch die Materien (oder die Theilchen, woraus die Körper bestehen) eben so wenig für die Sonne verloren, als auf unserer Erde Stoffe, selbst die feinsten Partikelchen, welche aus aufgelösten Körpern entwickelt und oft hoch in unserer Luft zerstreut werden, verloren gehen. Alle Theilchen kehren vermöge der Schwere, wodurch sie an den Hauptkörper gebunden sind, dort auf die Sonne, hier auf die Erde zurück, um wieder andere Körper von mancherlei Art zu bilden. So vermindert sich auf keinen Fall die

Materie, weder des einen, noch des andern Weltkörpers.

Auf der Sonne bleiben die gröbern Theile als Auswürfe auf der Oberfläche des Flammenmeers zurück. Die feinern und flüchtigern Theile hingegen erheben sich in Rauch- und Dampfgestalt zwar viel höher und zerstreuen sich; fliegen aber doch nie gänzlich davon. Sie bleiben in der Sonnen-Atmosphäre hängen; und eben dadurch wird diese da, wo sie sich anhäufen, etwas trübe. Mitten vor der Sonne merken wir von diesen feinen Dämpfen noch nichts, so lange sie sich nicht in eine Art Wolken zusammen gezogen haben. Alsdann sehen wir gerade durch die Sonnen-Atmosphäre hindurch und erblicken daher nichts von vielfach neben einander und hinter einander liegenden Dämpfen. Sehen wir aber gegen den Rand der Sonne, so gehen unsere Gesichtslinien schief durch die Sonnen-Atmosphäre (weil die Fläche, welche wir von der Sonne erblicken, keine ebene Fläche, sondern

eine Kugelfläche ist), folglich müssen wir durch viele hinter einander liegende Dämpfe hindurchsehen. Das Sonnenlicht am Rande der Sonne ist deswegen auch immer etwas weniger glänzend, als in der Mitte *).

Die Sonnenwolken, aus den dampfartigen Hüllen der schwarzen Sonnenflecken gebildet, sind wohl größtentheils trockne Dämpfe, welche das Sonnen-Feuer in die Luft emportreibt. Von den gröbern Massen wieder zurückgezogen, müssen sie sich um denselben sehr anhäufen oder verdichten, ehe sie wieder ganz verschluckt werden können, und deswegen fallen sie als rauchartige Wolken in unsere Augen. Hinter ihnen erblickt man die gröbern

---

*) Rauch, auch wohl trockner Dampf genannt, besteht aus sehr kleinen, durch die Hitze in die Höhe steigenden, Theilen fester Körper; eigentliche Dämpfe hingegen bestehen aus sehr kleinen, im Wärmestoffe gelößten, Theilen flüssiger Körper. Rauch und Dampf sind oft mit einander vermischt, z. B. bei dickem Schornsteinrauche.

ganz dunkeln Massen als Kerne der Sonnen-flecken.

So würden nun die brennbaren Materien der Sonne beständig zerstört, aber, ohne Verlust, hernach auch wieder zusammengesetzt. Stets erheben sich eine große Menge feiner Dämpfe, welche die Nahrung des Feuers ausmachen, hoch in die Atmosphäre der Sonne; aber sie sammeln sich auch wieder um die größere Sonnenmasse herum, damit sie der Sonnengluth aufs Neue Nahrung geben. So cirkuliren sie gleichsam beständig, bald über, bald in dem Feuermeere.

Begreiflich läßt es sich auch recht gut denken, daß das Feuermeer der Sonne nicht in allen Punkten gleich stark und gleich hell brennt, weil es wahrscheinlich bald an diesem, bald an jenem Orte mehr Nahrung findet. Besonders glänzend wird es an denjenigen Stellen erscheinen, wo die dunkeln Massen in Flammen gerathen. Hieraus würden nun diejenigen lebhaften Brände entstehen, welche wir

Lichtflecken oder Sonnenfackeln nennen. Zunächst um den größern dunkeln Flecken, nämlich zwischen ihren Kernen und rauchähnlichen Atmosphären, erblickt man vorzüglich einen hellen Glanz, wahrscheinlich, weil sie an ihren Gränzen herum heftiger brennen. Daß man die so entstehenden Lichtflecken am Rande der Sonne lebhafter sieht, als in der Mitte der Sonne, kommt wohl daher, daß man nach ihrer Mitte zu in gar zu geraden oder senkrechten Gesichtslinien auf sie blickt und daher wegen des zu hohen Glanzes nichts deutlich unterscheiden kann. Am Rande, wo die Sonnen-Atmosphäre etwas dunkler erscheint, ist dies eher möglich; hier kann man die durchbrechenden hellern Flammen recht gut von den dunklern Gegenden unterscheiden."

So gut sich auch durch eine solche Ansicht die meisten Erscheinungen, welche die Sonnenflecken darbieten, erklären lassen, so unwahrscheinlich möchte es doch wohl seyn, daß um die Sonne herum ein so schreckliches Feuermeer

gelegt wäre und ein so ununterbrochener zerstörender Brand statt fände. Zu welchem Zweck sollte der Schöpfer eine so furchtbare Anstalt um den so großen Weltkörper gemacht haben? Doch wohl schwerlich seiner selbst wegen! Denn könnten auf einem solchen überall brennenden Körper lebende Wesen sich aufhalten? und wenn auch ihre Natur von der Art wäre, daß sie in Feuer und Dampf ausdauerten und keiner Speise und keines Tranks bedürften, welche Annehmlichkeiten des Lebens würden sie auf einem Körper genießen, wo sie nichts als Feuer und Rauch hätten! Also müßte wohl die Sonne, der Hauptkörper in unserm Weltsystem, blos als eine große Fackel erschaffen worden seyn, um ihren untergeordneten Planeten und Nebenplaneten Licht und Wärme zu geben? Wie würde sich dieses wieder mit der Weisheit des Schöpfers vereinbaren, der auf unserer Erde in das kleinste Häufchen von Materie Leben, oder Zweck für das Leben, hineingelegt hat!

Ich denke, man kann daher wohl obige Erklärungsart für das Leuchten und Wärmen der Sonne und für die Sonnenflecken als unstatthaft annehmen, und folgende für die allerwahrscheinlichste halten.

Die Sonne ist eine ursprünglich dunkle Kugel, wie unsere Erde und wie die übrigen Planeten. Sie hat auch auf ihrer Oberfläche Länder und Meere, und wahrscheinlich alles in einem weit schönern und vollkommnern Zustande, als unsere Erde. Auch mögen wohl die lebendigen Wesen auf ihr von höherer Art seyn, als wir Menschen. Wie unsere Erde eine Atmosphäre von Luft hat, so hat die Sonne eine Hülle von einer noch edlern und feinern Materie, nämlich von Lichtmaterie. Die Sonnenflecken sind nun weiter nichts, als kleine, zuweilen von der Lichtmaterie entblößte, Länder oder Meere, welche nur ein vom Glanze des Lichtstoffs geborgtes, auch größtentheils, wenn es etwa Meere sind, verschlucktes Licht uns zurückwerfen. Die son-

derbaren Schattirungen, welche sich bisweilen durch gute Fernröhre zeigen, können landschaftliche Gegenden seyn. Die Natur der lebenden Wesen auf der Sonne ist übrigens von der Art, daß sie in der Lichtmaterie eben so ausdauern, auch wohl sie eben so sehr nöthig haben, wie wir unsere atmosphärische Luft.

Das Licht der Sonne verbreitet sich weit in dem Weltraume hin und strömt auch auf unsere Erde, so wie auf die übrigen Planeten und Nebenplaneten, um diese durch Licht und Wärme zu erquicken. Ohne das Licht der Sonne würde unsere Erde kein Aufenthalt lebendiger Geschöpfe seyn können; auch keine Pflanze würde auf derselben Gedeihen finden.

Sollte aber wohl die Wärme zugleich mit dem Lichte von der Sonne herabkommen? Schwerlich! Denn wollten wir dies annehmen, so würden wir wieder auf eine große Vereinigung von Licht- und Wärmestoff, folglich auf ein Feuermeer, das die Sonne umgiebt, zurückgeführt werden. Licht und Wärme sind

zwei ganz verschiedene Dinge, wenn wir sie auch meistens mit einander vereinigt antreffen. Zuweilen kommt Licht ohne Wärme, so wie Wärme ohne Licht vor. Das leuchtende faule Holz, die leuchtenden Insekten, der bononische Stein und andere leuchtende Steine u. dgl. sprühen Licht ohne Wärme aus. Reiben wir zwei Körper stark an einander, so erregen wir dadurch oft eine auffallende Wärme ohne Licht.

Das von der Sonne mit erstaunlicher Schnelligkeit herbeischießende Licht trifft unsere atmosphärische Luft und andere irdische Körper mit solcher Gewalt *), daß dadurch (durch sehr empfindliche Stöße oder Erschütterungen) auf ähnliche Art Wärme erregt wird, als wir dieselbe gar oft durch starkes Reiben und Drücken zu erregen im Stande sind. Je mehr senkrecht sie die Körper auf der Erde treffen

*) In einer Sekunde legt das Licht einen Weg von 40,000 Meilen zurück. In 7½ bis 8 Minuten gelangt es von der Sonne zu uns.

(wie im Sommer, Th. I. S. 186 f.), desto mehr Hitze erzeugen sie, je schiefer sie auffallen, desto weniger Hitze bringen sie zuwege.

Da aber beständig eine so ungeheure Menge Licht (Lichtstoff, Lichtmaterie) von der Sonne ausströmt, sollte sich nicht die Masse des Lichts dadurch verringern? Sollte der Urquell des Lichts nicht versiegen, folglich die Sonne nicht endlich ihr Licht ganz verlieren? Die Antwort hierauf muß nein seyn, weil ohnstreitig immer neues Licht um der Sonne herum sich entwickelt, vielleicht durch die schnelle Drehung der Sonne um ihre Axe eine Art elektrisches Licht, und zwar jeden Augenblick in so ungeheurer Menge, daß es für die stets fortströmende Quantität nie an Ersatz fehlt.

Eilftes Kapitel.

Die Bewegung der Sonne um ihre Axe.

Die scheinbare Bewegung der Sonnenflecken, binnen 13 Tagen vom östlichen Rande der Sonnenscheibe bis zum westlichen hin, und ihre öftere Wiedererscheinung nach ohngefähr 14 Tagen am östlichen Rande, folglich ihr ganzer scheinbarer Umlauf um die Sonne herum, ohngefähr binnen 27½ Tagen (oder genauer binnen 27 Tagen, 12 Stunden und 12 Minuten), rührt blos davon her, daß die Sonne sich wirklich binnen 25 Tagen, 14 Stunden und 8 Minuten um ihre Axe wälzt. Hätte die Erde keine jährliche Bewegung um die Sonne (oder die Sonne keine scheinbare jährliche Be-

wegung um die Erde), so würde jeder Flecken gleichfalls in 25 Tagen, 14 Stunden und 8 Minuten immer wieder an derselben Stelle erscheinen. Aber die Erde hat ja unterdessen ohngefähr den zwölften Theil ihrer jährlichen Bahn um die Sonne zurückgelegt und dadurch ist die Sonne in derselben Richtung, worin sie sich um ihre Axe wälzt, scheinbar fortgerückt, wodurch sie jedem Sonnenflecken gleichsam vorangekommen ist. Eben die scheinbare Bewegung der Flecken rings um die Sonne herum war Veranlassung zu der Entdeckung, daß die Sonne sich von Westen nach Osten um ihre Axe dreht.

Da alle Sachen, die wir am Rande einer Kugel erblicken, sich in Hinsicht auf ihre Lage gegen unsere Augen hinter einander befinden, während sie uns, wenn wir sie in der Mitte vor der Kugel sähen, neben einander erscheinen würden, so liegt auch hierin der Grund, daß die Sonnenflecken am Rande der Sonne langsam, in der Mitte aber schnell zu

laufen scheinen; und dies giebt auch zugleich mit einen Beweiß ab, daß die Sonne kugelförmig ist. Die Sonne dreht sich immer mit gleicher Geschwindigkeit um ihre Axe, folglich bewegen sich auch die Flecken stets gleichförmig mit herum. Eine vollkommene geometrische Kugel kann die Sonne aber auch nicht seyn; sie muß, wegen ihrer schnellen Drehung um ihre Axe, aus eben dem Grunde, wie bei der Erde (Th. I. S. 40 f.), um den Aequator herum erhabener, in der Nähe der Pole aber abgeplattet seyn, so, daß ihre Axe von einem Pole bis zum andern kleiner ist, als der Durchmesser ihres Aequators.

Die Axe der Sonne denkt man sich durch diejenigen beiden Punkte der Sonnen-Oberfläche gezogen, welche man bei jener Drehung der Sonne immer auf derselben Stelle erblickt. Jene Punkte selbst machen die Pole der Sonne aus. Zieht man in gleichem Abstande von diesen Polen oder mitten zwischen ihnen um die Sonne herum einen größten Kreis,

so hat man den Aequator der Sonne. Jeder hier befindliche Flecken beschreibt diesen Aequator in 25 Tagen, 14 Stunden und 8 Minuten. Jeder andere über oder unter dem Aequator liegende Flecken beschreibt einen Parallelkreis.

Setzt man das Auge des Beobachters auf Erden in den Mittelpunkt der Fläche der Ecliptik, und nimmt man an, der Sonnen-Aequator fiele mit dieser Fläche zusammen, so müßte das Auge jeden Sonnenflecken stets in gerader Linie fortrücken sehen, weil jeder gegen unser Auge nicht schief liegende, sondern auf jene Weise betrachtete Kreis, aus der Ferne angesehen, als gerade Linie erscheint (wie die Ecliptik mit ihren Parallelkreisen). Dies geschieht aber nur zweimal des Jahres, wo die Sonne im 8ten Grade des Schützen, und zu Ende März, wo sie im 8ten Grade des Widders steht. Zu jeder andern Zeit beschreiben sie halbe schmale Ellipsen. Diese Ellipsen sind zwischen jenen beiden Zeiten in der ersten Hälfte

des Jahres aufwärts, in der andern unterwärts gebogen. Zu Ende Februars, wenn die Sonne im 8ten Grade der Fische, und zu Ende Augusts, wenn sie im 8ten Grade der Jungfrau ist, sind sie am weitesten offen, oder am breitesten. Der Sonnen-Aequator durchschneidet also die Ecliptik, und zwar unter einem Winkel von 7 Graden, 28 Minuten, 10 Sekunden; folglich liegt er noch im Thierkreise.

Die Astronomen haben zu Ende Februars und zu Ende Augusts die Breite jener von den Sonnenflecken beschriebenen Ellipse gemessen und gefunden, daß sich diese Breite zur Länge derselben Ellipse, oder die kleine Axe zur großen Axe, wie 13 zu 100 verhält. Und eben hieraus haben sie die Größe jenes Neigungswinkels hergeleitet, den die Fläche des Sonnen-Aequators mit der Fläche des größten auf die Ecliptik senkrechten Kreises bildet.

Zwölftes Kapitel.

Von dem Planetensysteme.

Außer unserer Erde mit ihrem Monde sind der Sonne noch die zehn Planeten: Merkur ☿, Venus ♀, Mars ♂, Jupiter ♃, Saturn ♄, Uranus ♅, Ceres ⚳, Pallas ⚴, Juno ⚵ und Vesta ⚶, nebst einigen Nebenplaneten oder Trabanten (Th. I. S. 11 f.) untergeordnet; denn auch diese Himmelskörper bewegen sich in verschiedenen Entfernungen um sie herum, und zwar so, daß ihre Bahnen (die der Pallas ausgenommen) alle beinahe in derselben Ebene liegen. Sie bewegen sich auch alle in derselben Richtung, nämlich nach der Ordnung der Himmelszeichen, in Beziehung auf uns von Abend gegen Morgen.

Wer weiß, ob nicht jeder von den unzählig vielen Fixsternen ein Sonnensystem, wie unser Sonnensystem, bildet, aus mehreren um den Hauptkörper laufenden Welten, wie unsere Planeten (und Nebenplaneten) bestehend. Daß dies der Fall seyn dürfte, ist sogar höchst wahrscheinlich, wegen der Gleichförmigkeit und Uebereinstimmung, welche wir überall in dem Baue des Weltalls erblicken, so weit unser bewaffnetes und unbewaffnetes Auge reicht.

Alle Planeten unseres Sonnensystems sind dunkle, undurchsichtige, von der Sonne beleuchtete, unserer Erde ähnliche Körper, von verschiedener Größe, aber alle viel kleiner als die Sonne. Ihre Bahnen sind eben so, wie die Bahn unserer Erde, Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. Daher kommen auch die Planeten während ihres Laufs um die Sonne in verschiedene Entfernungen von diesem Weltkörper. Die kleinste Entfernung eines Planeten von

der Sonne heißt Sonnennähe (Perihelium), die größte Sonnenferne (Aphelium). Redet man allgemein von der Entfernung eines Planeten von der Sonne, so versteht man darunter die mittlere Entfernung.

Alle Planeten haben nicht blos eine fortschreitende Bewegung um die Sonne, sondern jeder derselben wälzt sich auch, wie unsere Erde, in einer bestimmten Zeit um seine Axe. Auch machen die Axen aller Planeten größere oder kleinere schiefe Winkel mit ihren Bahnen, auf ähnliche Art, wie es uns schon von der Erdaxe bekannt ist.

Dem äußern Ansehen nach sind die Planeten (wenigstens diejenigen, welche man mit bloßen Augen deutlich sieht) den Fixsternen sehr ähnlich. Aber alle lassen sich doch, außer der Veränderlichkeit ihres Orts, durch folgende Kennzeichen von den Fixsternen unterscheiden:

1) Das Licht der Planeten ist nicht so funkelnd, als das der Fixsterne.

2) Durch Fernröhre betrachtet, verlieren die Planeten ihren funkelnden Glanz, und erscheinen nicht nur mit matterm Lichte, sondern auch vergrößert und scheibenförmig, da hingegen die Fixsterne auch bei den stärksten Vergrößerungen der größten Teleskope die Lebhaftigkeit ihres Lichtes behalten und dabei immer unmeßbare Punkte bleiben.

3) Die Planeten nehmen ihren Lauf, wie Sonne und Mond, nur im Thierkreise (blos mit Ausnahme der Pallas und Juno, die ihn überschreiten), statt daß die Fixsterne überall am Himmelsgewölbe zerstreut sind.

Merkur hat ein weißlichtes Licht; Venus, die schönste Zierde unseres Himmels, hat ein blendend weißes Licht; Mars leuchtet mit einem rothen, fast dem glühenden Eisen ähnlichen, Lichte; Jupiter, nach der Venus der glänzendste Planet, hat ein leb-

haftes silberfarbenes, Saturn ein schwächeres bleichröthlichtes Licht. Unter den neu entdeckten Planeten zeichnet sich die Juno, ohngeachtet ihres fast unmerklichen Durchmessers, mittelst eines Fernrohres, durch ein sehr starkes fixsternartiges Licht aus.

Aus der Axendrehung der Planeten erklärt man die Bewegung der Flecken, welche man (eben so wie bei Sonne und Mond) auf ihren Oberflächen beobachtet hat. Da auch ihre Lichtgestalten (Phasen) auf ähnliche Art, wie die Lichtgestalten des Mondes abwechseln, so durfte man hieraus wohl schließen, daß sie dunkle Körper sind, welche ihr Licht der Sonne verdanken.

Die Planeten Merkur und Venus erscheinen uns nie weit von der Sonne; der erstere höchstens nur 28½ Grad, der zweite nie über 48 Grad von ihr. Sie kommen demnach nie so zu stehen, daß die Erde zwischen ihnen und der Sonne sich befände. Hieraus hat man

eben geschlossen, daß ihre Bahnen innerhalb der Erdbahn liegen. Man hat sie auch einige mal in Gestalt kleiner dunkler Scheiben vor der Sonne gesehen; alsdann mußten sie wohl zwischen der Erde und der Sonne ihren Stand haben. Alle übrigen Planeten hingegen kommen nie zwischen Sonne und Erde zu stehen, wohl aber der Sonne gegenüber, wie es seyn muß, wenn die Erdbahn von den Bahnen derselben eingeschlossen wird.

Um die Sonne drehen sich die Planeten, nach dem jetzt überall angenommenen Kopernikanischen System (Th. I. S. 11f.), in folgender Ordnung, wie man sie auch auf Taf. VIII. findet: Merkur, Venus, Erde, Mars, Vesta, Ceres, Pallas, Juno, Jupiter, Saturn und Uranus. Merkur ist der nächste bei der Sonne; Uranus ist der entfernteste von ihr. Diese Ordnung haben die Astronomen aus mehreren Erscheinungen geschlossen. Da Merkur sich nie über 28½ Grad von der Sonne entfernt, so ist er ihr

näher als Venus, welche bis auf 48 Grad von ihr abstehen kann. Nun kommt die Erde, deren Bahn die Bahn des Merkurs und der Venus einschließt, und hierauf folgen die übrigen Planeten. Daß unter den letzteren Mars uns und der Sonne näher ist, als Jupiter, dieser wieder näher als Saturn, folgt schon daraus, weil man beobachtet hat, daß Mars zuweilen den Jupiter, und dieser den Saturn bedeckt. Ersteres hat man zuerst im Jahr 1591, und letzteres im Jahr 1563 entdeckt.

Noch keine Erscheinung, noch keine Beobachtung, auch die allerschärfste der geschicktesten Astronomen nicht, so wie noch keine auf Beobachtung und Rechnung gegründete Vorhersagung hat diesem Planetensysteme widersprochen; daher ist es auch das einzige richtige, und wird dies auch gewiß bleiben, so lange die Welt steht.

Schon einige alte griechische Philosophen behaupteten, die Erde ruhe nicht im Mittel-

punkte der Welt, sondern wäre nur ein Planet, der sich, wie die übrigen Planeten, um die Sonne bewege. Aber der Alexandriner Ptolomäus, der vor 1700 Jahren lebte, erfand ein eigenes Weltsystem, nach ihm das Ptolomäische System genannt. Nach diesem Systeme ruhte die Erde mitten im Weltgebäude; zunächst um sie herum lief der Mond, in einer größeren Entfernung bewegte sich der Merkur, in einer noch größeren die Venus; dann kam die Sonne; über derselben lief der Mars; dann Jupiter, und zuletzt Saturn. Jeder dieser Weltkörper lief nicht nur täglich einmal von Osten gegen Westen, sondern auch in bestimmten Zeiträumen von Westen gegen Osten am Himmel herum, gerade so, wie der Schein es unsern Augen darbietet. Daß diese zweierlei Arten von Bewegungen von der eigenen Bewegung der Planeten, sammt unserer Erde, um einen Fixstern (die Sonne) herrühre, daran dachte Ptolomäus nicht.

Man stellte demnach vor Alters die Planeten, wozu man auch Sonne und Mond rechnete, in folgender Ordnung auf: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond. Der Saturn war der entfernteste, der Mond der nächste unter diesen der Erde untergeordneten Weltkörpern. Nach dieser Ordnung ließen auch die alten abergläubischen Sterndeuter die vier und zwanzig Stunden der Tage von den Planeten der Reihe nach regieren, wo denn der Tag seinen Namen immer von demjenigen Planeten empfieng, der die erste Stunde desselben zu regieren bekam. Von diesem Gebrauch wird noch in der Folge die Rede seyn.

Nur wenige Jahre nachher, als Kopernikus sein, erst später von allen verständigen Menschen bald angenommenes, Planetensystem aufgestellt hatte, trat der gelehrte dänische Astronom Tycho de Brahe mit einem neuen Weltsysteme auf, welches, weil es gar

keine gediegene Gründe für die Wahrscheinlichkeit besaß, und weil es von sehr unnatürlichen Voraussetzungen ausgieng, bald wieder verworfen wurde. Das System des Kopernikus hatte nämlich im Anfange deshalb erstaunlich vielen Widerspruch gefunden, weil man es den klaren Worten der heiligen Schrift gerade entgegen fand. Man glaubte daher, dieses System, als eine ketzerische Lehre, in der Christenheit nicht dulden zu dürfen. Wirklich mußten auch vor noch nicht zweihundert Jahren einige große Gelehrte ihren Glauben an das Kopernikanische System feierlich abschwören. Aus dieser Ursache suchte Tycho ein anderes System zu erfinden, welches der Bibel und Vernunft zugleich entsprechen sollte.

Nach dem Tychoschen Systeme laufen zwar auch alle Planeten, die Erde ausgenommen, um die Sonne. Aber letztere wirbelt mit ihnen zugleich auch um die Erde, und zwar nicht blos täglich, sondern auch jähr-

lich. Die Erde steht fest und unbeweglich im Mittelpunkte des Weltgebäudes und des ganzen Sternenheeres, wie im Ptolomäischen Systeme, und zwar deswegen, weil die heilige Schrift es so zu verlangen scheint. Denn es heißt darin, einst habe die Sonne auf Befehl des Josua eine Zeit lang still gestanden.

Sehr künstlich ausgedacht ist das Tychosche System allerdings, und für den damaligen Zustand der Sternkunde ließen sich darnach auch fast alle himmlische Erscheinungen, welche sich auf den Lauf der Planeten bezogen, ziemlich gut erklären. Aber nicht blos, weil es gar zu gekünstelt ist, sondern auch hauptsächlich, weil es vielen spätern Beobachtungen und Entdeckungen in der Astronomie ganz deutlich widerspricht, und in manchen sehr wesentlichen Punkten der Weisheit des Schöpfers nicht angemessen seyn kann (Th. I. S. 159 f.), so ist es schon längst als falsch verworfen worden.

Wie leicht sich nach dem Kopernikanischen Weltsysteme, zu welchem in der neuern Zeit noch der Uranus, die Vesta, Juno, Ceres und Pallas hinzukamen, die Erscheinungen an den Himmelskörpern erklären lassen, zeigt schon die Darstellung des Wechsels der vier Jahrszeiten und des scheinbaren Laufs der Sonne (nach Th. I. S. 159 f.). Noch andere Beispiele werden in der Folge vorkommen.

Folgende Tafel enthält die Entfernungen der Planeten von der Sonne, und zwar die mittleren in Millionen geographischer Meilen, so wie mittlere, kleinste und größte Entfernung in Erdhalbmessern.

Weltkörper	mittl. Entf. in Million. Meilen	in Erdhalbmessern mittlere	kleinste	größte
☿ Merkur	8	9391	7460	11322
♀ Venus	15	17548	17427	17669
♁ Erde	$20\frac{4}{5}$	24260	23852	24667
♂ Mars	$31\frac{7}{10}$	36965	33519	40411
⚶ Vesta	49	57136	52250	62021
⚵ Juno	$55\frac{3}{5}$	64755	48210	81299
⚳ Ceres	$57\frac{7}{10}$	67137	61877	72397
⚴ Pallas	$57\frac{5}{10}$	67175	50716	83634
♃ Jupiter	$108\frac{2}{5}$	126220	120156	132288
♄ Saturn	$198\frac{9}{10}$	231458	218445	244471
♅ Uranus	$397\frac{9}{10}$	465395	443668	487121

Man sieht aus dieser Tafel zugleich, daß bei einigen Planeten, hauptsächlich bei der

Juno und bei der Pallas, kleinste und größte Entfernung von der Sonne sehr von einander abweichen. Dies ist ein Beweis, daß die Bahn (die Ellipse), welche diese Weltkörper um die Sonne beschreiben, sehr länglicht, folglich die große Axe der Ellipse bedeutend größer, als die kleinste ist.

Nennt man den Abstand der Erde von der Sonne 1000, so zeigt folgendes Täfelchen in solchen Theilen das Verhältniß des Abstandes der übrigen Planeten.

☿	387	⚳	2760
♀	718	⚴	2760
♂	1524	♃	5200
⚶	2355	♄	9593
⚵	2657	⛢	19183

Es ist hier keine Entfernung in bestimmtem Maaße angegeben, sondern man hat die Zahlen in dem Täfelchen so zu verstehen: Solcher Theile, deren die Entfernung der Erde von der Sonne 1000 enthält, hat der Merkur nur 387, die Venus 718 u. s. w., der Uranus aber 19183.

Folgendes Täfelchen zeigt eben so das Verhältniß der scheinbaren Größen der Flächen, unter welchen die Planeten, von der Sonne aus betrachtet, erscheinen würden, die scheinbare Größe der Erde 1 gesetzt.

☿	7	⚳	$\frac{1}{8}$
♀	2	⚴	$\frac{1}{8}$
♂	$\frac{4}{9}$	♃	$\frac{1}{27}$
⚶	$\frac{1}{8}$	♄	$\frac{1}{91}$
⚵	$\frac{1}{8}$	⛢	$\frac{1}{368}$

Die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne stellt das folgende Täfelchen dar:

☿	87 Tage, 23 Stunden, 14 Minuten.
♀	224 T. 16 St. 41 M.
♁	365 T. 5 St. 48 M.
♂	1 J. 321 T. 16 St. 16 M.
⚶	3 J. 324 T. 9 St. 15 M.
⚵	4 J. 131 T. 10 St. 30 M.
⚳	4 J. 220 T. 5 St. 52 M.
⚴	4 J. 221 T. 15 St. 35 M.
♃	11 J. 312 T. 20 St. 39 M.
♄	29 J. 154 T. 13 St. 16 M.
♅	83 J. 274 T. 8 St. 38 M.

Die Neigung der Planetenbahnen gegen die Bahn unseres Planeten (der Erde) ist bei

☿	7 Grad 0 M. 0 Sek.	⚳	10° 37′ 31″
♀	3° 23′ 35″	⚴	34° 35′ 8″
♂	1° 51′ 3″	♃	1° 19′ 2″
⚶	7° 8′ 5″	♄	2° 29′ 55″
⚵	13° 4′ 12″	⛢	0° 40′ 16″

Der wahre Durchmesser in geographischen Meilen ist (der Durchmesser der Sonne zu 192640 und der Durchmesser der Erde zu 1720 Meilen angenommen) bei

☿	608	⚳	352
♀	1668	⚴	465
♂	1006	♃	19566
⚶	68	♄	17362
⚵	309	⛢	7734

Das Verhältniß der Durchmesser, den Durchmesser der Erde 1000, der Sonne 112000 gesetzt, ergiebt sich wieder aus folgendem Täfelchen.

☿	350	⚳	200
♀	950	⚴	260
♂	580	♃	11310
⚶	40	♄	10070
⚵	170	♅	11500

Das Verhältniß der körperlichen Räume, den kubischen Inhalt der Erde 1 (der Sonne 1448000) gesetzt, enthält dieses Täfelchen:

☿	$\frac{1}{22}$	⚳	$\frac{1}{116}$
♀	$\frac{9}{10}$	⚴	$\frac{1}{53}$
♂	$\frac{1}{5}$	♃	1474
⚶	$\frac{1}{14841}$	♄	1037
⚵	$\frac{1}{172}$	⛢	90

Schon mehrere Jahre vor der Entdeckung der vier neuesten Planeten (Vesta, Juno, Ceres und Pallas) fand man den Zwischenraum zwischen den Bahnen des Mars und Jupiters ganz unverhältnißmäßig groß, und einige Astronomen glaubten damals, es müsse zwischen Jupiter und Mars noch ein besonderer Hauptplanet laufen, den man wegen seines geringen Lichts oder wegen seiner geringen Größe noch nicht habe finden können. Vorzüglich aber gründeten jene Astronomen diese Meinung auf ein merkwürdiges Verhältniß, welches die damals bekannten sieben Hauptplaneten (Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus) in Hinsicht ihres

Abstandes von der Sonne beobachteten. Um dieses Verhältniß durch kleine Zahlen, die sich leicht übersehen lassen, auszudrücken, theilten sie die Entfernung des Saturns von der Sonne in 100 gleiche Theile ein. Von solchen Theilen enthielt nun wirklich Merkur 4; Venus 4 und 3, oder 7; die Erde 4 und 2 mal 3, oder 10; Mars 4 und 4 mal 3, oder 16; nun folgt nach diesem Gesetze des Fortgangs 4 und 8 mal 3 oder 28 (wo man damals noch keinen Planeten fand); hierauf kommt Jupiter mit der Entfernung 4 und 16 mal 3 oder 52; Saturn 4 und 32 mal 3 oder 100; und endlich Uranus mit 4 und 64 mal 3 oder 196. Man kann diese Verhältnißzahlen für die bewußten Entfernungen der Planeten zu besserer Uebersicht so stellen:

Merkur	4			=	4
Venus	4	und	3	=	7
Erde	4	†	6	=	10
Mars	4	†	12	=	16
Die Lücke	4	†	24	=	28

Jupiter 4 + 48 = 52
Saturn 4 + 96 = 100
Uranus 4 + 192 = 196.

Die Lücke füllen nun die vier neuen Planeten Vesta, Juno, Ceres und Pallas aus, wovon der berühmte Astronom Olbers in Bremen vermuthet, daß sie aus den Trümmern eines großen zerborstenen Planeten entstanden seyn könnten, der früher seine Bahn zwischen Mars und Jupiter hatte, und daß von solchen Trümmern vielleicht noch mehrere, bisher noch nicht entdeckte, vorhanden wären.

Einige Astronomen glaubten auch, in der Lücke befände sich kein weiterer Planet, sondern eben der Lücke wegen sey der Jupiter so groß, und zwar größer, als er der Regel nach seyn sollte, so, daß er gleichsam die Stelle zweier Planeten vertrete. Wie sehr diese Astronomen sich irrten, hat die Entdeckung der vier neuesten Planeten bewiesen.

Sollten noch mehr Planeten zu unserm Sonnensystem gehören, so müßte der nächste hinter dem Uranus (vermöge des obigen Gesetzes) in einer Entfernung von der Sonne sich befinden, welche 384 und 4 oder 388 der bewußten Theile enthielte. Er müßte also von der Sonne beinahe die doppelte Entfernung des Uranus haben. Ein solcher Planet, wenn er auch sehr groß wäre, könnte wegen seiner großen Entfernung und wegen seines schwachen Lichtes für uns kein Gegenstand der Beobachtung mehr seyn.

Was Berechnungen der Größe, der Entfernungen und des Umlaufs der Planeten betrifft, so sind diese zu schwer, als daß sie hier beigebracht werden könnten. Die Möglichkeit solcher Berechnungen (welche ich auch schon bei der Sonne S. 116. berührt habe) wird aus folgender Betrachtung in die Augen leuchten.

Aus der scheinbaren Größe, z. B. dem scheinbaren Durchmesser eines Planeten, kann

man die Entfernung desselben von der Erde berechnen. Weiß man die Entfernung und Lage zweier solcher Weltkörper gegen die Erde, so weiß man im Grunde auch schon die Lage und Entfernung derselben gegen einander. Weiß man mehrere Standpunkte eines Weltkörpers zu verschiedenen ebenfalls bekannten Zeiten, so giebt dies einen Begriff von der Möglichkeit, die Krümmung zu berechnen, welche er bei seiner Bewegung beschreibt. Aus der scheinbaren Größe und der wahren Entfernung läßt sich die wahre Größe finden. Die Axendrehungen der Planeten fand man aus Beobachtung der Flecken, welche man auf ihrer Oberfläche sieht. Freilich findet der Astronom erst manches durch einen Umweg, indem manche Größen in gewissen Verhältnissen stehen, woraus man z. B. die Umlaufszeiten zweier Planeten, ihre Entfernung von der Sonne ꝛc. durch richtige mathematische Schlüsse herleiten kann.

Man hat es sogar versucht, die Mas-

ſen und Dichtigkeiten der Planeten und zwar erſtere nach der Größe der Wirkung zu beſtimmen, die ein Weltkörper auf einen andern mittelſt ſeiner Anziehungskraft äuſſert. Maſſe und Raumes-Inhalt des Körpers giebt die Dichtigkeit. So erhielt man z. B. für die Verhältniſſe der Maſſen (die Maſſe der Erde 1000000 geſetzt) folgendes Reſultat:

☿	102321	⚳	7559
♀	924269	⚴	2815
♂	129453	♃	608905600
⚶	78	♄	93752180
⚵	4078	♅	16900620

Für die Sonne bekam man 129630,000000.

Die Reſultate über die Verhältniſſe der Dichtigkeiten, die Dichtigkeit der Erde 100 geſetzt, zeigt folgendes Täfelchen.

☿	2398	⚳	16
♀	101	⚴	94
♂	66	♃	21
⚶	120	♄	8
⚵	53	⛢	18

Die Dichtigkeit der Sonne wäre nur $23\frac{3}{5}$.

Auf unserer Erde (und zwar auf dem flachen Lande derselben) fällt ein Körper, in der ersten Sekunde seines Falls, durch einen Raum von $15\frac{1}{10}$ Fuß *). Die Naturforscher haben sogar die Kraft der Schwere jedes Planeten zu bestimmen und, nach beifolgendem Täfelchen, auf jedem Planeten den Raum eines fallenden Körpers in der er-

*) Das Fallen der Körper wird durch die Kraft der Schwere, eine Attractivkraft oder Anziehungskraft, bewirkt, die in unserer Erde, so wie in jedem Weltkörper liegt, und die wir blos ihren Wirkungen nach kennen.

sten Zeit-Sekunde, und zwar in Fußen zu bestimmen gesucht *).

☿	$12\frac{63}{100}$	⚳	$2\frac{85}{100}$
♀	$14\frac{95}{100}$	⚴	$\frac{64}{100}$
♂	$5\frac{81}{100}$	♃	$40\frac{3}{10}$
⚶	$\frac{73}{100}$	♄	$14\frac{4}{100}$
⚵	$2\frac{13}{100}$	♅	$12\frac{7}{10}$

Auf der Sonne würde ein Körper in der ersten Sekunde $398\frac{44}{100}$ Fuß tief herabfallen.

*) In jeder folgenden Sekunde nimmt die Geschwindigkeit des fallenden Körpers um 2 mal $15\frac{1}{10}$ Sekunden zu. S. meinen physikal. Jugendfreund Th. I. S. 145 f.

Dreizehntes Kapitel.

Lauf der Planeten am Himmel.

Den Erdbewohnern scheinen die Planeten auf eine sonderbare Weise von Westen gegen Osten am Himmel herum zu irren. Bald scheinen sie in einem Sternbilde des Thierkreises eine Zeitlang still zu stehen; bald scheinen sie eine Strecke zurück zu gehen; bald scheinen sie wieder schneller vorwärts nach Osten zu laufen. Ruhte die Erde im Weltgebäude, so würde sich jener sonderbare Lauf nur auf eine sehr gekünstelte Art erklären lassen. Aber da die Erde sich eben so gut, als die übrigen Planeten, um die Sonne bewegt, so hat die Erklärung nicht viele Schwierigkeiten; und alle Erscheinungen an den Planeten, so wie alle

darauf Bezug habende Voraussagungen stimmen auch vollkommen mit diesen Erklärungen überein.

Fig. 1. Taf. IX. stellt der Kreisbogen ♈ ♉ ♊ einen Theil des Thierkreises vor, worin die Planeten laufen. Der Kreis k m n f bedeutet die Bahn eines der Sonne nahen Planeten, z. B. des Merkurs, der größere Kreis a e r t die Bahn der Erde.

Gesetzt, die Erde befinde sich jetzt in ihrer Bahn bei a, und Merkur in der seinigen bei k. Alsdann sehen wir den Merkur nach der geraden Linie a k bei dem Sterne f im Thierkreise, weil auf diesen Stern die Linie a k hinzeigt, wenn sie verlängert wird. Nun geht Merkur von k nach m, während die Erde von a bis b sich fortbewegt. Jetzt sehen wir also jenen Planeten nach der geraden Linie b m bei dem Sterne g, folglich scheint er im Thierkreise von f bis g vorwärts gelaufen zu seyn. Hierauf geht er in seiner Bahn von m nach n, während sich die Erde von b nach c be-

wegt. Alsdann sehen wir ihn in der verlängerten geraden Linie c n bei dem Sterne h; folglich scheint er eine Strecke von g nach f zurück gegangen zu seyn. Von n kommt er nach f, während die Erde von c nach d fortgerückt ist. Wir erblicken ihn jetzt in der verlängerten geraden Linie d f bei dem Sterne p, welcher sich noch ziemlich nahe bei h befindet; und eben deswegen scheint es, als wenn jetzt Merkur eine Zeitlang still gestanden hätte. Nun läuft er aufs Neue rasch vorwärts, und zwar vom Sterne p bis nach q, indem er sich in seiner Bahn von f nach k, die Erde hingegen in ihrer Bahn sich von d nach e bewegt.

So scheint der Planet durch dieses Vor- und Rückwärtslaufen nicht eher, als die Erde, am Himmel herum zu kommen, obgleich er seine Bahn um die Sonne in kürzerer Zeit zurücklegt.

Jetzt soll der äusserste Bogen ♎ ♏ ♐ Fig. 2. einen Theil des Thierkreises, der kleinste Kreis a b c d die Erdbahn und der um den-

selben gehende größere die Bahn eines obern Planeten, z. B. des Jupiters, vorstellen. Es ist dann einleuchtend, daß dieser in seiner Bahn ohngefähr den Bogen m f durchläuft, während die Erde den Lauf in ihrer Bahn einmal ganz vollendet.

Man nehme einmal wieder an, die Erde sey anfangs in a, und Jupiter befinde sich in m; er erscheint uns dann im Thierkreise bei dem Sterne f. Nun geht er nach k, während die Erde bis b kommt; wir sehen ihn dann von dem Sterne f nach g nach der Ordnung der Sternbilder des Thierkreises fortwandeln. Hernach kommt er nach e, die Erde nach c, und jetzt scheint er von dem Sterne g bis nach h zurück gelaufen zu seyn, weil wir ihn in der verlängerten geraden Linie c e erblicken. Hierauf bewegt er sich in seiner Bahn bis i fort, die Erde in ihrer Bahn bis d. Er scheint uns dann von dem Sterne h bis nach p aufs Neue ordentlich vorwärts gegangen zu seyn. Kommt endlich die Erde nach a zurück, so ist Jupiter

unterdessen in seiner Bahn nur bis nach f gekommen; wir sehen ihn dann immer noch vorwärts schreiten und bei dem Sterne q anlangen, nämlich in der verlängerten geraden Linie a f.

Hieraus ergiebt sich nun, daß das sogenannte Herumirren der Planeten am Himmel blos von einer durch die veränderte Richtung der Gesichtslinien veranlaßten optischen Täuschung herrührt, und daß dabei diese Himmelskörper selbst ihren ordentlichen Lauf um die Sonne stets behaupten. Aehnliche Täuschungen haben wir ja auch auf der Erde nicht selten. Denn oft scheinen uns entfernte Gegenstände still zu stehen, die sich bewegen, und von zwei ungleich weit entfernten Gegenständen, wovon der eine still steht, der andere sich bewegt, schreiben wir oft dem unrechten die Bewegung zu, oder wir glauben, alle beide bewegen sich. Eben so scheint uns nicht selten von zwei entfernten Gegenständen, die sich entweder beide bewegen, oder wovon nur ei-

ner fortschreitet, einer rückwärts gegangen zu seyn, obgleich er vorwärts gekommen ist, u. dgl. *).

---

*) Auch von dieser Art optischer Täuschungen ist im 3ten Theile meines physikalischen Jugendfreundes ausführlich die Rede.

Vierzehntes Kapitel.

Besondere Beschaffenheit der Planeten.

Daß die Planeten dunkle feste Körper sind, die, wie die Erde und der Mond, ihre Beleuchtung der Sonne verdanken, wissen wir bereits. Auch unebene gebirgigte Oberflächen, wie Erde und Mond, haben die Planeten; und ihre dunkeln Flecken deuten ohnstreitig eben so auf Thäler, Abgründe und Wälder (auch wohl auf Meere), wie bei dem Monde. Auch die Gestalten der Planeten sind, wie bei der Erde, mehr oder weniger abgeplattete Kugeln. Bedeutend erscheint diese Abplattung am Mars, Jupiter und Saturn (die sie wegen der schnellen Umdrehung um ihre Axe erhielten, als ihre Masse noch flüssig war und allmälig erhärtete).

Die verschiedenen Farben, welche die Planeten zeigen, rühren, nach der Meinung des berühmten Astronomen Bode in Berlin, von der verschiedenen Natur der Planeten-Atmosphäre her. Indessen könnte auch wohl die Verschiedenheit der Oberflächen der Planeten Schuld daran seyn, welche das auffallende Sonnenlicht auf verschiedene Art brechen und zurückwerfen.

Wenn man die Frage aufgiebt: ob die Planeten, wovon einige viel größer als unsere Erde sind, wohl uns Erdbewohnern zu Ehren geschaffen worden seyen, blos damit sie eine Zierde des Himmels abgeben, damit wir sie bewundern und ausmessen sollen? so möchte wohl jeder vernünftige Mensch diese Frage mit nein beantworten. Höchst wahrscheinlich sind die Planeten ebenfalls von beseelten vernünftigen Geschöpfen bewohnt, die für ihr Daseyn ihren Schöpfer preisen, und die eben so, wie wir, die Größe und Herrlichkeit der ganzen Welt bewundern und anstau-

staunen. Da indessen die verschiedenen Planeten, schon wegen ihrer verschiedenen Entfernung von der Sonne, in vielen Stücken sehr verschieden von der Erde seyn müssen, so kann man leicht denken, daß auch ihre Bewohner in Hinsicht ihres Körperbaues, ihrer Lebenszeit, ihrer Seelenkräfte u. dgl. sehr von einander und von uns Erdbewohnern abweichen werden. Manche werden vollkommnere, manche wieder unvollkommnere Wesen als wir seyn.

Leicht könnte man z. B. den Gedanken haben, die Bewohner des Merkurs müßten wegen der Nähe der Sonne verbrennen, die Bewohner des Saturns und des Uranus hingegen müßten wegen der großen Entfernung der Sonne erfrieren. Aber wir wissen ja, daß die Erwärmung eines Körpers durch die Sonne von der Stärke ihrer Strahlen nicht allein abhängt, sondern hauptsächlich auch von der Natur des Körpers, welcher erwärmt werden soll. Wie verschieden ist nicht

bei den verschiedenen Körpern unserer Erde die Fähigkeit, Wärmestoff in sich aufzunehmen! Wie verschiedentlich erwärmt werden nicht die verschiedenen Körper der Erde durch einerlei Wärmequell (z. B. durch einerlei brennendes Feuer). Legt man gleich große Stücke Eisen, Stein, Holz, Baumwolle u. dgl. auf einen heißen Ofen, so werden diese Körper so verschiedentlich erwärmt, daß man sich an dem Eisen die Hand verbrennt, von dem Steine eine kaum auszuhaltende Hitze verspürt, das Holz aber recht gut in der Hand halten kann, an der Baumwolle aber fast gar keine Wärme bemerkt.

Es können also die Bewohner der obern Planeten (der entferntern von der Sonne) wohl eine solche Natur haben, daß dieselbe Menge von Sonnenstrahlen sie leichter als uns erwärmt, so wie im Gegentheil die Natur der Merkurs-Bewohner von der Art seyn dürfte, daß sie zur Erwärmung mehr Sonnenlicht erfordere, als die Bewohner der entferntern

Planeten. So möchte wohl das Sonnenlicht für die Bewohner aller Planeten die nöthige Behaglichkeit hervorbringen.

Auf dem Saturn und Uranus würde unser Wasser sich sogleich in das festeste Eis verwandeln, welches wohl nur durch gute Brennspiegel oder Brenngläser aufgethauet werden könnte. Aber die Flüssigkeit, welche auf jenen Weltkörpern die Stelle unseres Wassers vertritt, ist ohnstreitig von ganz anderer Art, als das Wasser, wahrscheinlich noch feiner, als unser Vitrioläther (Vitriolnaphta), welcher in der allerstrengsten Kälte nicht gefriert. Auf dem Merkur würden vermuthlich einige unserer Metalle augenblicklich wie Wachs zerschmelzen und nie wieder gerinnen; deswegen muß wohl die Flüssigkeit daselbst, welche die Stelle unseres Wassers ersetzt, viel gröber und fester seyn, als bei uns.

So läßt es sich auch wohl denken, daß die Bewohner des Saturns und Uranus feinere, die Bewohner des Merkurs grö-

dere Körper und Sinnesorgane besitzen, als wir Erdbewohner. Verhielten sich nun die Körper der Planeten-Bewohner in Hinsicht ihrer Feinheit so gegen einander, wie die Himmelskörper selbst, worauf sie leben, so hätten die Bewohner des Merkurs mehr wie zweimal gröbere Körper und Sinnesorgane, wie wir. Die Bewohner der Venus kämen uns in dieser Hinsicht sehr nahe; die Bewohner des Mars überträfen uns hierin ein wenig; die Jupiters-Bewohner wären hierin viermal, des Saturns eilfmal und des Uranus über vierzigmal edler, als wir.

Es möchten wohl die Bewohner der Venus uns Erdbewohnern in Hinsicht ihrer Natur am ähnlichsten seyn, weil die Venus in allen Stücken der Erde sehr ähnlich zu seyn scheint. So wird auf der Venus die Stärke der Sonnenstrahlen kaum zweimal größer als bei uns seyn. So haben auch (wie wir späterhin erfahren werden) die Venus-Bewohner beinahe in 24 Stunden eben so Tag und Nacht,

wie wir. So hat die Venus große dunkele und kleine helle Flecken, welche auf große Thäler oder Meere, und auf Berge, wie sie auf unserer Erde sind, hindeuten. So ist sie endlich auch fast eben so groß und so dicht, als unsere Erde.

Fast eben so und aus denselben Gründen möchte auch wohl die Natur der Mars-Bewohner von der unsrigen nicht gar verschieden seyn. Vielleicht könnten wir auf den beiden Planeten Venus und Mars leben, wenn wir dahin versetzt würden, vorausgesetzt, daß auch ihre Atmosphäre zum Athmen dieselbe Beschaffenheit hätte, als die Atmosphäre unserer Erde.

Funfzehntes Kapitel.

Der Merkur insbesondere.

Der Merkur ist unter allen Planeten der Sonne am nächsten. In den Jahren 1599 und 1735 beobachtete man Bedeckungen des Merkurs durch die Venus; ein augenscheinlicher Beweiß, daß er der Sonne näher als Venus ist. Merkurs Entfernung von der Sonne beträgt nur 9400 Erd-Halbmesser oder 8 Millionen Meilen; und seine 50 Millionen Meilen große Bahn um die Sonne durchläuft er in 87 Tagen, 23 Stunden 14 Minuten. Seinem körperlichen Raume nach ist er gegen 22 mal kleiner, als unsere Erde, so daß wir aus dem Erdkörper ohngefähr 22 Weltkörper bilden könnten, wovon jeder so groß wäre, als Merkur.

Obgleich Merkur wegen seines geringen Abstandes von der Sonne viel Licht von dieser bekommt, und daher sehr glänzend ist, so ist er doch, eben dieses geringen Abstandes wegen, schwerer zu beobachten, als die von der Sonne entferntere Venus. Denn seine größte östliche und westliche Entfernung von der Sonne geht nie über 28½ Grad. Man kann ihn daher nur kurze Zeit, und zwar mit unbewaffnetem Auge nicht ohne Anstrengung, in der Morgen- und Abenddämmerung wahrnehmen, weil dann das Sonnenlicht noch so stark ist, daß es das geborgte reflectirte Licht des Merkurs zu sehr überwältigt.

Von der Zeit an, wo Merkur sich zuerst in der Morgendämmerung zeigt, entfernt er sich mit beständig abnehmender Geschwindigkeit immer weiter nach Westen hin von der Sonne, bis er bei seiner größten westlichen Entfernung einige Zeit hindurch seinen Abstand von der Sonne nicht merklich ändert, vielmehr still zu stehen scheint. Aber bald nähert er sich

der Sonne wieder, erst unmerklich, dann mit stets zunehmender Geschwindigkeit, bis er endlich in den Sonnenstrahlen verschwindet, indem er des Tages über der Sonne nahe steht. Nach einiger Zeit wird er in der Abenddämmerung wieder sichtbar; er entfernt sich dann nach und nach immer weiter von der Sonne, nach ähnlichem Verhältnisse, wie er sich ihr früher genähert hatte. Wenn er seine größte östliche Entfernung von der Sonne erreicht hat, so scheint er wieder kurze Zeit still zu stehen, hierauf wieder mit zunehmender Geschwindigkeit sich der Sonne zu nähern, bis er abermals in den Sonnenstrahlen verschwindet.

Von einer Conjunktion des Merkurs bis zur andern nimmt Merkurs scheinbarer Durchmesser regelmäßig ab und zu *), nämlich von

*) Conjunktion ist diejenige Stellung des Merkurs, wo er zwischen der Erde und der Sonne steht. Durch Betrachtung der Taf. VII. bekommt man einen deutlichen Begriff von dieser Stellung.

$11\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{20}$ Sekunden ab und von letzterer Anzahl Sekunden bis ersterer wieder zu. Der mittlere scheinbare Durchmesser wäre 6 Sekunden. In der Conjunktion, welche mit dem größten scheinbaren Durchmesser zusammentrifft, zieht Merkur bisweilen als ein runder schwarzer Flecken vor der Sonnenscheibe vorüber. Diese Erscheinung nennt man Durchgang des Merkurs durch die Sonne.

Die Lichtgestalten des Merkurs, welche denjenigen der Erde vollkommen ähnlich zu seyn scheinen, können nur mit sehr guten Fernröhren wahrgenommen werden. Sie erneuern sich immer genau in dem Zeitraume von einem Umlaufe des Planeten um die Sonne bis zum andern. Hieraus schon ist es klar genug, daß Merkur ein kugelförmiger, an sich dunkeler Körper seyn muß, der sein Licht von der Sonne empfängt und um diese in einer Bahn herumläuft, welche von einem Kreise nicht viel abweicht.

Die Flecken des Merkurs sind nicht so leicht zu bemerken, als bei andern Planeten, weil er der Sonne zu nahe ist, und sein Licht die meiste Zeit zu sehr von dem Sonnenlichte überwältigt wird. Indessen hat Schröter doch hohe Gebirge in seinem südlichen Theile gefunden. Eines derselben scheint über zwei Meilen hoch, folglich weit höher zu seyn, als unser noch keine Meile hoher Chimborasso. Auch seine Axendrehung ist außer Zweifel gesetzt; er vollendet sie in 24 Stunden, folglich sind die Merkurs-Tage den Tagen auf Erden gleich. Auch die Jahrszeiten sind dort, wie bei uns; sie folgen aber sehr schnell auf einander. Denn jede dauert nur 22 Tage, weil das ganze Jahr nur 88 Tage (weniger 46 Minuten) lang ist. — Uebrigens ist der Merkur nur wenig an den Polen abgeplattet und nicht viel von einer wahren Kugel unterschieden.

Wenn die Ebene der Merkurs-Bahn mit der Ebene der Ecliptik in eine Ebene zusam-

men fiele, so würde Merkur bei jeder untern Conjunktion vor der Sonnenscheibe vorbeigehen. Da aber ein solcher Durchgang des Merkurs sehr selten sich ereignet, so muß seine Bahn eine schräge Lage gegen die Ebene der Ecliptik haben. Wirkliche Beobachtungen haben dies auch außer Zweifel gesetzt. Vermöge dieser Beobachtungen wissen wir, daß Merkur sich bis auf 7 Grad nördlich und südlich von der Ecliptik entfernt, folglich gegen diese um einen Winkel von 7 Grad geneigt ist. Deswegen kann Merkur nur dann durch die Sonne (vor der Sonnenscheibe vorbei) gehen, wenn seine nördliche oder südliche Breite kleiner ist, als der scheinbare Halbmesser der Sonne, und zwar aus Ursachen, die schon bei den Sonnenfinsternissen erklärt worden sind.

Der erste Durchgang des Merkurs durch die Sonne wurde den 7ten November 1631 (acht Tage vor Keplers Tode, der ihn berechnet und vorher gesagt hatte) beobachtet. Seit dieser

Zeit ist Merkur noch zwanzigmal in verschiedenen Ländern der Erde, zuletzt am 9ten November 1802 und am 12ten November 1815, vor der Sonne erblickt worden. Die nächsten Durchgänge dieses Planeten durch die Sonne werden sich den 5ten November 1822 und den 5ten Mai 1832 ereignen. Aber der Durchgang im laufenden Jahre 1822 wird nicht in Europa, sondern nur in Asien, auf den Inseln des stillen Oceans und im östlichen Afrika sichtbar seyn.

Leicht zu begreifen ist es, daß die Durchgänge des Merkurs (so wie auch der Venus) durch die Sonne nur kleine ringförmige Sonnenfinsternisse sind. Mit unbewaffnetem Auge können sie aber eben so wenig, als ein gewöhnlicher Sonnenflecken wahrgenommen werden, weil der scheinbare Durchmesser des Merkurs (wie auch der Venus) gegen den scheinbaren Durchmesser der Sonnenscheibe sehr klein ist. Merkur erscheint vor der Sonne nur wie ein großer

kreisförmiger scharf begränzter Sonnenflecken. Denn wenn wir ihn vor der Sonne sehen, so ist er immer noch 13 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Daher kann sein Kernschatten bei weitem nicht bis an die Erde reichen. Nur wenn dieses geschähe, würde er die Sonne ganz verfinstern können.

Sechszehntes Kapitel.

Die Venus.

Die Venus, für unser Auge der glänzendste und schönste Planet, ist 17,500 Erdhalbmesser oder 15 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, um welche sie binnen 224 Tagen, 16 Stunden und 41 Minuten einmal herumläuft. Die Größe dieser ihrer Laufbahn beträgt 94 Millionen und 500,000 Meilen.

An Größe kommt die Venus der Erde ziemlich nahe. Da sie der Sonne fast anderthalbmal näher ist, als unsere Erde, so würde uns von der Venus aus, wenn wir darauf hin versetzt werden könnten, die Sonnenscheibe noch einmal so groß erscheinen, als von der Erde aus.

Die Erscheinungen, welche man an der Venus wahrnimmt, sind denjenigen an dem Merkur sehr ähnlich. An der Venus lassen sie sich aber viel leichter beobachten.

Die größte östliche und westliche Entfernung der Venus von der Sonne geht nie über 48 Grad. Ohngefähr 6 bis 7 Wochen vor ihrer größten westlichen Entfernung, nachdem sie vorher eine Zeitlang still gestanden, d. h. ihren Ort in Beziehung auf die Sonne nicht verändert hatte, fängt sie mit allmälig zunehmender Geschwindigkeit an, nach Osten zu gehen. Da aber die Sonne anfangs (vermöge ihrer bewußten scheinbaren Bewegung) weit geschwinder nach derselben Richtung hinrückt, so nimmt ihre östliche Entfernung von der Venus noch so lange zu, bis beide Bewegungen gleich werden. Hat der Planet die größte westliche Entfernung erreicht, so wird seine Bewegung schneller, als die der Sonne, und zwar immer schneller; die westliche Entfernung nimmt nun wieder ab, der Planet

rückt der Sonne nach Osten hin näher und holt sie endlich, ohngefähr 7 Monate nach der größten westlichen Entfernung, wieder ein. Jetzt ist ihre vorwärts schreitende Bewegung am schnellsten; sie beträgt täglich etwa $1\frac{1}{4}$ Grad. Hierauf nimmt sie wieder ab. An der östlichen Seite der Sonne tritt Venus hervor und entfernt sich von der Sonne, weil sie eine schnellere Bewegung hat als diese. Nach sieben Monaten sind beide Bewegungen gleich.

Nun befindet sich Venus in ihrem größten östlichen Abstande, welcher aber wieder abnimmt, weil sich der Planet langsamer nach Osten bewegt, als die Sonne. Dies dauert ohngefähr wieder 7 Wochen. Hierauf scheint Venus sich abermals unmerklich zu bewegen und endlich still zu stehen. Aber gleich nachher nimmt sie eine rückgängige Bewegung an, die immer geschwinder wird, während die Sonne ihr durch die Bewegung nach Osten entgegen kommt und endlich mit ihr zusammen trifft. Jetzt ist die rückgängige Bewegung,

nachdem sie ohngefähr 3 Wochen gedauert hat, am größten (halb so groß, als die größte vorwärts geschrittene).

Die Venus erscheint nun wieder an der westlichen Seite der Sonne, und beide Weltkörper entfernen sich sehr schnell von einander. Die rückgängige Bewegung nimmt binnen 3 Wochen wieder ab; hierauf steht der Planet einen Augenblick still, schreitet dann wieder vorwärts und erlangt nach 7 Wochen den größten westlichen Abstand. Ueberhaupt kehren alle vorigen Erscheinungen, welche zwei Conjunktionen mit der Sonne erzeugten, zurück.

Diejenigen Menschen im grauesten Alterthume, welche die Venus zuerst beobachteten, glaubten wahrscheinlich, es wären zwei besondere Sterne, die man wechselsweise bald des Morgens, bald des Abends sich von der Sonne entfernen und sich ihr wieder nähern sah. Aber da der eine sich nie zeigte, während der andere verschwunden war, so schloß man endlich, daß es einer und derselbe Pla-

net wäre, der auf beiden Seiten der Sonne seinen bestimmt abgemessenen Lauf machte, und eben deswegen nannte man ihn, wenn er des Morgens am östlichen Himmel vor der Sonne hergieng, Morgenstern (Lucifer, Phosphorus) und wenn er des Abends nach Sonnen-Untergang am westlichen Himmel glänzte, Abendstern (Hesperus).

Durch Fernröhre nimmt man auch an der Venus während ihres Umlaufs um die Sonne einen ordentlichen Lichtwechsel, wie beim Monde wahr. Wenn sie sich diesseits der Sonne befindet und zuerst in der Morgendämmerung erscheint, so ist sie sichelförmig erleuchtet, eben so, wie der Mond zwischen dem Neulichte und dem ersten oder letzten Viertel. In ihrer größten westlichen Entfernung von der Sonne sehen wir sie halb erleuchtet, der Gestalt des Mondes im ersten und letzten Viertel ähnlich. Nähert sie sich hierauf der Sonne wieder, aber jenseits derselben (von unserer Erde aus betrachtet), so wächst ihr heller

Theil; er hat dann die Gestalt des Mondes zwischen dem Vollmonde und dem ersten und letzten Viertel. Gerade hinter der Sonne kehrt sie ihre ganze erleuchtete Hälfte gegen die Erde. Aber wegen des Sonnenscheins können wir sie dann nicht sehen. Bei ihrem Wiedererscheinen in der Abenddämmerung nimmt ihre Lichtgestalt ab; wir sehen sie wieder halb erleuchtet, wenn sie in ihrer größten östlichen Entfernung von der Sonne ist; nachher aber auch wieder sichelförmig,

Man braucht also schon wegen dieser verschiedenen Lichtgestalten, die man eben so, wie beim Monde (S. 45 f.) erklärt, nicht daran zu zweifeln, daß Venus ein kugelförmiger, an sich dunkler Körper ist, der von der Sonne erleuchtet wird, und der nicht um die Erde, sondern um die Sonne läuft, in einer Bahn, ausserhalb welcher sich unsere Erde befindet.

Daß letzteres der Fall ist, beweißt sich hauptsächlich dadurch, daß wir die Venus bisweilen (eben so wie den Merkur) als ei-

ne kleine schwarze Scheibe vor der Sonne vorüber ziehen sehen, eine Erscheinung, welche man Durchgang der Venus durch die Sonne nennt.

Einen solchen Durchgang der Venus durch die Sonne beobachtete man zum erstenmale den 24sten November 1639; vorher hatte man diese Erscheinung wegen Unvollkommenheit der Fernröhre nicht wahrgenommen. Dasselbe Ereigniß sah man den 6ten Junius 1761 und den 8ten December 1769. Erst wieder im Jahr 1874, hernach 1882 u. s. f. kommt dieselbe Erscheinung vor.

Jeder wird es leicht einsehen, daß der Durchgang der Venus durch die Sonne auf denselben Gründen beruhe, wie die Sonnenfinsternisse (S. 99 f.). Venus nämlich kommt dann (eben so wie Merkur) gerade zwischen die Sonne und Erde zu stehen. Bei diesem Stande läßt sie, als ein dunkler undurchsichtiger Körper, das Licht der Sonne nicht durch sich hindurch auf die Erde; sie kehrt uns

blos ihre unerleuchtete Halbkugel zu, die uns daher nothwendig schwarz erscheinen muß. Freilich verfinstert die Venus nur einen sehr kleinen Theil der Sonne; wir sehen sie dann vor der Sonnenscheibe nur als einen großen scharf begränzten kreisrunden Sonnenflecken. Diese Kleinheit rührt von ihrer großen Entfernung her. Denn wenn Venus zwischen der Sonne und Erde vorbeigeht, so ist sie immer noch 6 Millionen Meilen von der Erde entfernt. Es kann also Venus keinesweges mit ihrem Kernschatten bis an die Erde reichen. Nur wenn sie so weit, wie der Mond, von der Erde entfernt wäre, würde sie die Sonne ganz verfinstern können.

Wenn die Ebene der Venusbahn mit der Ebene der Ecliptik in eine Ebene zusammenflöße, so würde die Venus bei jeder untern Conjunktion durch die Sonne gehen. Aber nur selten ereignet sich, wie wir vorhin gesehen haben, ein solcher Durchgang. Deshalb muß auch die Venusbahn gegen die Ebene der Eclip-

tik eine schräge Lage haben oder diese Ebene unter einem gewissen Winkel durchschneiden. Daß dies wirklich der Fall ist, zeigen auch alle astronomische Beobachtungen, vermöge welcher die Venus bis auf beinahe $3\frac{1}{2}$ Grad nördlich und südlich von der Ecliptik sich entfernt. Es muß also wohl die Neigung der Venusbahn gegen die Sonnenbahn dieselbe Größe haben, d. h., einen Winkel von $3\frac{1}{2}$ Grad bilden.

Vermöge dieser Neigung der Venusbahn gegen die Ebene der Ecliptik, kann die Venus begreiflich nur dann durch die Sonne gehen, wenn ihre nördliche oder südliche Breite kleiner ist, als der Halbmesser der Sonne. Dies deutlicher einzusehen, braucht man nur dieselben Betrachtungen zu Rathe zu ziehen, welche (S. 99 f.) bei den Sonnenfinsternissen zu ähnlichem Behuf angestellt wurden. Auch eine ähnliche Rechnung, wie die bei den Sonnenfinsternissen statt habende, zeigt, daß der Durchgang der Venus durch die Sonne nur

geschehen kann, wenn Venus nicht über 1 Grad 49 Minuten von dem Knoten ihrer Bahn (von der Sonne aus gesehen) entfernt ist.

Jede untere Conjunktion der Venus mit der Sonne ist von der unmittelbar vorhergehenden und nachfolgenden um einen synodischen Umlauf der Venus entfernt. Dieser synodische Umlauf beträgt 584 Tage (genauer 583 Tage, 22 Stunden, 7 Minuten), während der tropische, bei welchem die Bewegung der Erde nicht mit berücksichtigt wird, nur 224 Tage, 16 Stunden und 41 Minuten beträgt. In jener Zeit von 584 Tagen ist die Sonne, folglich auch der Ort der Conjunktion am Himmel so weit vorgerückt, als der ganze Umlauf nebst 215 Grad 32 Minuten beträgt.

Wenn man nun von irgend einem Durchgange ausgeht, bei welchem man die Entfernung der Venus von ihrem Knoten kennt, und zu dieser Entfernung für jede folgende untere Conjunktion 215 Grad 32 Minuten hin-

zusetzt, so hat man blos die Mühe des Addirens, um diejenigen Conjunktionen zu finden, in denen die Entfernung der Venus von dem einen oder dem andern Knoten kleiner als 1 Grad 49 Minuten ist, wo man also einen Durchgang erwarten kann.

Wäre die Venus zu einer gewissen Zeit in der ersten untern Conjunktion um 1 Grad über dem aufsteigenden Knoten hinaus gewesen und es wäre daher ein Durchgang durch die Sonne erfolgt, so würde man vermöge einer solchen Zählung finden, daß sie bei der 6ten Conjunktion um 1 Grad 20 Minuten vom aufsteigenden Knoten entfernt, daß folglich diese 6te Conjunktion wieder mit einem Durchgange verbunden ist. Zwischen beiden Durchgängen verflöße eine Zeit von fünf synodischen Umläufen, oder 8 Jahre.

Auf diese Art hat man herausgebracht, daß gewöhnlich 8 Jahre nach einander zwei Durchgänge statt finden; hernach aber erst wieder nach 105½, 113½, 121½, 129½ rc. Jah-

ren. Daß eine solche Reihenfolge richtig ist, beweisen die Durchgänge von 1631 und 1639 im December, so wie diejenigen von 1761 und 1769 im Junius.

Durch Fernröhre entdeckt man in der Venus nicht blos dunkle Flecken, sondern auch Berge. Ueberhaupt ist die Oberfläche dieses Planeten sehr gebirgigt. Es giebt Berge auf der Venus, die über vier deutsche Meilen hoch sind, also beinahe fünfmal so hoch, als unser Chimborasso. Auch die Länge der Bergketten ist sehr beträchtlich.

Die Venus-Flecken und Venus-Berge scheinen über der Fläche des Planeten ordentlich fortzulaufen; periodisch verschwinden sie an dem einen Rande, an dem andern aber kommen sie eben so ordentlich wieder zum Vorschein. Diese scheinbare Bewegung der Flecken rührt blos von der Umdrehung der Venus um ihre Axe her. Man hat daraus gefunden, daß Venus eine Axendrehung binnen 23 Stunden 22 Minuten vollendet.

Auch eine Atmosphäre hat die Venus, und Schröter hat in ihr auch eine Dämmerung beobachtet. Eine ziemlich gleichförmige Mischung scheint diese Atmosphäre zu behalten; denn nur selten bemerkt man an der Venus Flecken, die von Wolken herrühren können. Die zuweilen sichtbaren Flecken sind auch schwach, nebelähnlich und unbestimmt.

Vielleicht hat Venus keine Meere und Flüsse, wie unsere Erde; oder die darin enthaltene Materie giebt keine solche Dämpfe, wie unser Wasser. Die Jahrszeiten folgen in der Venus etwas schneller, als auf der Erde; übrigens möchten sie wohl den unsrigen in Hinsicht der Abstufungen ähnlich seyn.

Zuweilen erkennt man den ganzen unerleuchteten Theil der Venus. Er erscheint dann in aschgrauem, bisweilen auch in röthlichtem Lichte. Letzteres könnte vielleicht auf eine Erscheinung deuten, die mit unserm Nordlichte Aehnlichkeit hat.

Siebenzehntes Kapitel.

Der Mars.

Mars umschließt mit seiner Bahn, welche er um die Sonne macht, die Bahnen des Merkurs, der Venus und der Erde. Er ist von der Sonne gegen 38000 Halbmesser der Erde oder beinahe 32 Millionen Meilen entfernt, und seine jährliche Bahn von 200 Millionen Meilen durchläuft er in 1 Jahre, 321 Tagen, 16 Stunden und 16 Minuten, oder beinahe in zwei Erdjahren.

Befindet sich Mars auf seinem Laufe um die Sonne dißseits der letztern (steht er folglich mit ihr in der Opposition), so ist er nur 11 Millionen Meilen von uns entfernt, und dann sehen wir ihn die ganze Nacht als einen Stern erster Größe, aber in einem schwächern

und rothen Lichte, am Himmel glänzen. Ist er bei seinem Laufe jenseits der Sonne hin (folglich mit dieser in Conjunktion) gekommen, so hat er von uns eine Entfernung von 53 Millionen Meilen, ist also 42 Millionen Meilen weiter von uns weg, als bei jenem Stande. — Die verschiedene Stellung in seiner Bahn kann man am deutlichsten aus Taf IV. abnehmen.

In der Opposition, wo Mars am stärksten glänzt, und zu Mitternacht durch den Meridian geht (oder am höchsten an der sichtbaren Himmels-Hemisphäre zu stehen kommt), zeigt er sich wegen seiner großen Nähe unter einem Durchmesser von 24 Sekunden. Von da an bis zur Conjunktion nimmt sein scheinbarer Durchmesser ab, bis auf etwa $3\frac{1}{2}$ Sekunden. Sein mittlerer scheinbarer Durchmesser ist ohngefähr $9\frac{9}{10}$ Sekunden *).

*) Daß hier und bei ähnlichen Gelegenheiten immer Grad-Sekunden und Grad-Minuten verstanden werden, bedarf wohl kaum mehr einer Erwähnung.

Von der Erde aus gesehen, ist seine Bewegung in der Opposition am schnellsten rückgängig; sie macht (von Osten nach Westen) in einer Stunde ohngefähr 22 Minuten aus. Bald nachher wird diese Bewegung langsamer; sie bleibt aber ohngefähr noch 5 Wochen rückgängig, so, daß Mars der immer nach Osten hinrückenden Sonne entgegen geht. Nach diesen fünf Wochen wird die rückgängige Bewegung ganz unmerklich und geht endlich in Stillstand über. Die Sonne bewegt sich dem Planeten aber noch immer nach Osten entgegen; sie ist ohngefähr noch 140 Grade westlich von ihm entfernt.

Die rückgängige Bewegung verwandelt sich nun in eine vorwärts schreitende sogenannte r e c h t g ä n g i g e. Im Anfange ist diese sehr langsam. Zwar wird sie mit jedem Tage schneller; aber immer bleibt sie doch langsamer, als die Bewegung der Sonne (eigentlich die Bewegung der Erde). Immer näher kommt die Sonne dem Planeten; endlich holt sie ihn

ein. Ist Mars schon sehr nahe bei der Sonne, wo er an ihrer östlichen Seite steht, und geht er daher kurz nach ihr durch den Meridian, so verschwindet er in den Sonnenstrahlen, d. h. sein Licht wird von dem Lichte der Sonne überwältigt.

An demjenigen Tage, wo man den Planeten zuletzt sah, war seine vorwärts schreitende oder rechtgängige Bewegung am schnellsten, und zwar ohngefähr doppelt so groß, als in der Opposition; und sie nahm noch immer zu. Nachdem er drei Monate lang unsichtbar gewesen war, so sieht man ihn wieder kurz vor Sonnen-Aufgange am östlichen Himmel. Er steht also westlich von der Sonne, während er kurz vorher östlich stand; in der Zwischenzeit ist er vor oder vielmehr hinter der Sonne weggegangen. Während seiner Unsichtbarkeit hat er sich noch schneller bewegt, als kurz vor derselben; denn bei seinem Wiedererscheinen hat er sich um einen Bogen von 70 bis 80 Graden östlich von dem

Punkte des Himmels entfernt, wo er verschwand.

Jetzt nimmt die rechtgängige Bewegung des Mars allmälig ab; die Sonne entfernt sich immer weiter nach Osten von ihm, und er erscheint in der Nacht schon über dem Horizonte. Hat sich die Sonne ohngefähr 140 Grade östlich von ihm entfernt, so wird seine Bewegung ganz unmerklich; er scheint wieder einige Tage still zu stehen, und dann abermals eine rückgängige Bewegung anzunehmen. Diese Bewegung ist anfangs kaum merklich; sie wird aber immer schneller, bis der Planet nach etwa 5 Wochen wieder in der Opposition mit der Sonne steht. Alsdann ist seine rückgängige Bewegung am schnellsten; und nun folgen alle Bewegungen in der beschriebenen Ordnung wieder, nur daß der Ort des Planeten bei jeder Opposition um etwa 49 Grade weiter nach Osten unter den Sternen vorgerückt ist. — Uebrigens vollendet Mars seinen synodischen Umlauf erst in 779

Tagen, 22 Stunden, 28 Minuten, 33 Sekunden.

Betrachtet man den Mars durch ein gutes Fernrohr, so erscheint er im Ganzen kreisrund. Bei fortgesetzten genauen Beobachtungen und Messungen findet man, daß die Gestalt nur bei der Conjunktion und Opposition kreisrund ist, daß aber beim Uebergange aus einer dieser Stellungen in die andere seine Rundung an der einen Seite etwas abnimmt und daß er dadurch ein ovales Ansehen bekommt, ähnlich der Gestalt des Mondes vier Tage vor oder nach dem vollen Lichte.

Diese Abwechslung der Lichtgestalten des Mars ist ohnstreitig nur wegen seiner beträchtlich größern Entfernung von der Sonne weniger merklich, als bei den untern Planeten. Aber eben dieselben Lichtgestalten beweisen zugleich, wie bei Merkur und Venus, daß Mars ein dunkler, kugelförmiger, von der Sonne erleuchteter Körper ist.

Mit-

Mittelst guter Fernröhre zeigt Mars auf seiner Oberfläche große Flecken, die nicht immer scharf begränzt und die auch veränderlich sind. Letztere Eigenschaften erinnern an unsere Wolken, die den Bewohnern der nähern Planeten und des Mondes wohl ähnliche Erscheinungen darbieten möchten. Wahrscheinlich ist die Atmosphäre des Mars trübe und die Oberfläche desselben Planeten dünstet stark aus.

Aus der Bewegung jener Flecken des Mars, die immer nach bestimmten Richtungen hin geschieht, schloß man auf die Zeit seiner Umdrehung um seine Axe und auf die Lage der letztern. Die Umdrehung um seine Axe vollendet er in 24 Stunden 40 Minuten. Die Neigung seiner Axe gegen seine Bahn ist größer, als die Neigung der Erdaxe gegen die Erdbahn. Daher muß auf ihm die Abwechselung der Jahrszeiten beträchtlicher seyn, als bei uns. Auch dauert jede derselben beinahe noch

einmal so lange. In einer Breite von 60 Graden (welche Breite auf unserer Erde Petersburg hat) sieht man auf dem Mars die Sonne im Winter fast gar nicht mehr.

Um den Polen des Mars herum sieht man ein glänzenderes Licht, als in andern Gegenden desselben; es sieht so aus, als wenn die Stellen um den Polen herum ganz weiß wären. Um denjenigen Pol, der gerade die Winternacht hat, zeigt sich immer die weißglänzende Gegend sehr ausgedehnt; sie nimmt dann allmälig ab. In der Nähe der Pole bleibt die Beleuchtung; nach der Wintergegend zu wächst sie immer. Vielleicht rührt dieser weiße Glanz von Schnee her? Vielleicht auch von einer andern das Sonnenlicht lebhaft zurückwerfenden Materie? Merkwürdig bleibt es immer, daß die Polargegend des Mars im Winter unsern Augen eine Erscheinung darbietet, welche mit unsern Winter-Erscheinungen Aehnlichkeit hat.

Achtzehntes Kapitel.

Die Vesta, Juno, Ceres und Pallas.

Die Vesta, Juno, Ceres und Pallas haben zusammen das Eigenthümliche, daß ihre mittlere Entfernung von der Sonne fast eine und dieselbe ist, und daß alle viere, mit den übrigen Planeten verglichen, sehr kleine Körper sind.

Die Entfernung der Vesta von der Sonne beträgt 49, der Juno $55\frac{3}{5}$, der Ceres und der Pallas $57\frac{7}{10}$ Millionen Meilen. Vesta ist beinahe 15000 mal kleiner, als die Erde; Juno 172 mal; Ceres 116 mal; Pallas 53 mal. Vesta vollendet ihren Lauf um die Sonne in 3 Jahren, 324 Tagen, 9 Stunden und 15 Minuten; Juno in 4 Jah-

ren, 131 Tagen, 10 Stunden und 30 Minuten; Ceres in 4 Jahren, 220 Tagen, 5 Stunden und 52 Minuten; Pallas in 4 Jahren, 221 Tagen, 15 Stunden und 35 Minuten.

Die Bahnen aller dieser vier neuen Planeten sind mehr länglicht, als die übrigen Planetenbahnen; auch sind sie (die Bahn der Vesta ausgenommen) mehr gegen die Ecliptik geneigt. Ferner haben diese Planeten Atmosphären, welche (besonders die Atmosphäre der Pallas und der Ceres) mit der Atmosphäre der Kometen Aehnlichkeit haben, d. h. noch mit einer besondern Lichthülle umgeben sind.

Aller dieser verschiedenen Eigenheiten wegen haben einige Astronomen ihnen den Namen Planetoiden gegeben. Herschel in England nennt sie Asteroiden.

Auch diese vier zu unserm Sonnensystem gehörigen Himmelskörper sind, wie die übrigen Planeten, abwechselnd rechtläufig und rück-

läufig. Sie kommen mit der Sonne in Conjunktion und Opposition. In der Opposition haben sie die schnellste rückgängige, und in der Conjunktion die schnellste rechtgängige Bewegung. Rechtläufig sind sie längere Zeit, als rückläufig. Bei ihrer rückgängigen Bewegung beschreiben sie Bögen, welche unter sich zwar etwas verschieden, aber doch bei jedem von ihnen kleiner sind, als der von Mars während des Rückgangs beschriebene, größer, als der vom Jupiter beschriebene Bogen. Die Zeiten, worin sie diese Bögen durchlaufen, sind (wie die obigen Resultate über ihre Bewegung zeigen) größer, als beim Mars, und kleiner, als beim Jupiter. Ueberhaupt rücken sie von einer Opposition bis zur nächst folgenden weiter nach Osten hin.

Immer ist es an diesen neu entdeckten Weltkörpern sehr merkwürdig, daß sie sich weiter von der Ecliptik entfernen, als alle übrigen Planeten, nämlich Vesta über 7

Grad 8 Minuten, Ceres über 10½ Grad, Juno 13 Grad, und Pallas sogar über 34½ Grad. Die beiden letztern überschreiten also weit die ältern Gränzen des Thierkreises.

Die scheinbaren Durchmesser aller dieser vier Planeten sind zu klein, als daß sich die Verhältnisse ihrer Ab- und Zunahme von einer Opposition bis zur andern mit Sicherheit bestimmen ließe; und Lichtphasen können an ihrem kaum meßbaren Scheibchen noch viel weniger unterschieden werden. Doch können wir wegen der in der Hauptsache statt findenden Uebereinstimmung bei ihrem Laufe allerdings den Schluß machen, daß sie kein eigenes Licht haben, sondern von der Sonne erleuchtete Himmelskörper sind.

Neunzehntes Kapitel.

Der Jupiter.

Jupiter, der größte aller Planeten, welche wir kennen, indem er, seinem körperlichen Raume nach, beinahe anderthalb tausend mal größer ist, als unsere Erde, hat zu seinem Umlaufe um die Sonne 11 Jahre, 312 Tage, 20 Stunden und 39 Minuten nöthig. Von der Sonne ist dieser Riesen-Planet gegen 126000 Halbmesser der Erde oder über 108 Millionen Meilen entfernt; die Größe seiner Bahn um die Sonne beträgt daher gegen 680 Millionen Meilen. Wenn die Erde zwischen dem Jupiter und der Sonne steht (ein Stand, den man aus Taf. IV. leicht abnehmen kann), so ist er von der Erde noch 87

Millionen Meilen entfernt. Wenn aber zwischen dem Jupiter und der Erde die Sonne sich befindet, so beträgt seine Entfernung von der Erde 129 Millionen Meilen.

Jupiter ist von der Sonne $5\frac{1}{4}$ mal weiter hinweg, als unsere Erde; folglich ist auf ihm das Sonnenlicht 27 mal schwächer, als auf unserer Erde *). Der scheinbare Durchmesser dieses Planeten nimmt von einer Opposition bis zur andern zwischen 47 Minuten und 29 Minuten ab und zu.

In Hinsicht seiner Bewegung, seines verschiedenen Standes ꝛc. ist Jupiter (und

---

*) Die Stärke des Sonnenlichts (so wie überhaupt jedes Lichts) nimmt in demselben Verhältnisse ab, wie das Quadrat der Entfernung von der Sonne zunimmt. Was von dem Quell eines Lichtes zweimal weiter hinweg ist, wird 4 mal schwächer erleuchtet, was dreimal weiter hinweg ist, 9 mal, was viermal weiter hinweg ist, 16 mal, u. s. w., weil 4, 9, 16 u. s. w. die Quadratzahlen von 2, 3, 4 ꝛc. sind. Man sehe den 3ten Theil meines physikalischen Jugendfreundes S. 84 f.

eben so auch Saturn und Uranus) denselben Umständen unterworfen, welche beim Mars beschrieben worden sind. So hat auch Jupiter einige Zeit vor und nach der Opposition eine rückgängige Bewegung, welche in der Opposition selbst am schnellsten ist. Seine rechtgängige Bewegung ist in der Conjunktion am schnellsten; und zwischen beiden Bewegungen folgt ein kürzerer oder längerer Stillstand. Daß seine Bahn die Erde und die Sonne einschließt, beweißt sich dadurch, daß er mit der Sonne in Opposition kommt, und daß er in der Conjunktion weiter von uns entfernt ist, als die Sonne. In der Opposition ist er der Erde merklich näher, als in der Conjunktion, wie auch schon weiter oben gezeigt ist. Uebrigens dauert seine rechtgängige Bewegung länger und ist schneller, als die rückgängige; und aller dieser Unregelmäßigkeiten ohngeachtet, rückt er im Ganzen von einer Opposition zur andern nach Osten hin vor.

Obgleich Jupiter viel weniger Licht hat,

als die Erde, so bemerkt man auf ihm doch, wegen seiner bedeutenden Größe, Flecken und Streifen, wenn man ihn durch gute Fernröhre betrachtet. Dunkle, nicht scharf begränzte Flecken sieht man verschiedene; unterbrochene veränderliche parallele Streifen erblickt man bisweilen viele, bisweilen wenige; gewöhnlich sieht man drei. Oft nimmt man Flecken von veränderlicher Gestalt wahr. Diese bleiben bald längere, bald kürzere Zeit sichtbar, sind meistens dunkelschwarz, zuweilen auch heller. Sie rücken, in Beziehung auf uns, von Osten nach Westen hin fort.

Wahrscheinlich sind diese schwarzen Flecken Gebirgskuppen, die aus der Atmosphäre des Planeten hervorragen oder durch diese Atmosphäre hindurchscheinen. Sie sind vermuthlich deshalb veränderlich, weil Veränderungen in dem Dunstkreise des Jupiters sie bald mehr, bald weniger unsern Augen entziehen. Aus ihrer Bewegung schloß man auf die Zeit der Axenumdrehung des Planeten, wel-

che aber, eben wegen jener Veränderlichkeit der Flecken, nicht leicht ganz genau zu bestimmen ist.

Man nimmt gewöhnlich die Zeit der Axendrehung des Jupiters zu 9 Stunden 56 Minuten an. Eine so kurze Dauer der Umwälzung um die Axe ist für einen so großen Weltkörper sehr geringe. Er dreht sich nämlich mit einer Geschwindigkeit um, welche beinahe 30 mal größer ist, als die Geschwindigkeit, womit die Erde sich täglich um ihre Axe wälzt. Wegen dieser schnellen Umdrehung hat Jupiter aber auch schon längst eine sehr gedruckte Form angenommen. Mit Fernröhren sieht man deutlich, daß er nicht völlig kugelrund, sondern an seinen Polen merklich abgeplattet ist.

Man sieht an dem Jupiter, außer den oben erwähnten veränderlichen Flecken, auch noch gegen die Pole hin graue Zonen, so wie parallel laufende dunkelgraue und zwischen diesen auch helle Streifen. Die hellern bestehen vielleicht aus reinen durchsichtigen Luft-

schichten. Auch alle diese Streifen sind veränderlich; bald verschwinden sie, bald entstehen neue. Bald haben sie eine langsamere, bald eine schnellere Bewegung. In denselben Streifen hat man auch dunklere Flecken bemerkt, welche eine eigene Bewegung zu haben scheinen. Die meisten Flecken und Streifen bewegen sich von Westen nach Osten; sie folgen daher im Ganzen der Drehung des Planeten. Schröter hält diese Streifen für eine Art Wolkenzüge, denjenigen ähnlich, welche von unserm Ostwinde und von den Passatwinden zwischen den Wendekreisen erregt werden.

Zwischen den verschiedenen Jahrszeiten auf dem Jupiter muß fast gar kein Unterschied seyn, weil die Axe dieses Planeten fast senkrecht auf seiner Bahn steht (Th. I. S. 159 f.). So ist überall auf ihm das ganze Jahr hindurch Tag und Nacht beinahe gleich. Da also in dieser Hinsicht die Erscheinungen auf dem Jupiter mit großer Regelmäßigkeit erfolgen, so können auch wohl die oben erwähnten Wol-

kenzüge dauernder und regelmäßiger erscheinen. Auf ähnliche Art würde wahrscheinlich die Regenzeit unserer heißen Zonen dem von unserer Erde entfernten Beobachter die Erscheinung eines solchen Streifens um die Erde herum gewähren — Daß den Bewohnern des Jupiters die Sonne ohngefähr von der Größe eines großen Thalers am Himmel erscheint, läßt sich aus seiner Entfernung von ihr schließen.

Zwanzigstes Kapitel.

Die Trabanten des Jupiters, und die Finsternisse, welche durch sie erzeugt werden.

Um den Jupiter herum laufen in verschiedenen Entfernungen vier Nebenplaneten, Satelliten oder Trabanten, welche ihren Hauptplaneten eben so, wie der Mond unsern Erdball, auf seiner weiten Bahn um die Sonne beständig begleiten. Fig. 2. Taf. I. sieht man den Jupiter mit seinen Trabanten. Auch Taf. VIII. sind die Bahnen dieser Trabanten beim ♃ in Punkten dargestellt.

Unaufhörlich verändern die Trabanten, welche man schon mit gemeinen Fernröhren sehen kann, ihre Stellung gegen einander und

gegen ihren Hauptplaneten; sie erscheinen bald auf dieser, bald auf jener Seite desselben. Jeder entfernt sich von ihm aber nur bis auf gewisse Gränzen, oder er hat seine bestimmten östlichen und westlichen Digressionen. Man nennt denjenigen Trabanten, dessen Digressionen am kleinsten sind, der also dem Jupiter am nächsten steht, den ersten Trabanten, die übrigen nach ihren zunehmenden Abständen vom ♃ den zweiten, dritten und vierten Trabanten. — Dieselbe Art, die Trabanten von einander zu unterscheiden, ist auch bei den Satelliten des Saturns und Uranus gebräuchlich.

Der erste Trabant des Jupiters ist nur 57000 Meilen von seinem Hauptplaneten entfernt und läuft in 1 Tage, 18 Stunden und 28 Minuten einmal um ihn herum. Der zweite aber steht 90,000 Meilen vom Jupiter ab und bewegt sich in 3 Tagen, 13 Stunden und 13 Minuten um ihn herum. In einem Abstande von 144,000 Meilen beschreibt der dritte seine Bahn

binnen 7 Tagen, 3 Stunden und 43 Minuten. Der vierte endlich schwingt sich in einer Entfernung von 254,000 Meilen binnen 16 Tagen, 16 Stunden, 32 Minuten um seinen Hauptplaneten.

An Größe kommt zwar keiner dieser Jupiters-Trabanten der Erde gleich; aber unsern Mond übertreffen drei von ihnen. Folgendes Täfelchen zeigt das Verhältniß der körperlichen Räume der Jupiters-Trabanten zu ihrem Hauptplaneten und zu unserm Monde.

Namen der Trabanten	Verhältniß zu ihrem Hauptplaneten	Verhältniß zu unserm Monde
Erster Trabant	$\frac{1}{42000}$	2 (beinahe)
Zweiter " "	$\frac{1}{74000}$	1 (beinahe)
Dritter " "	$\frac{1}{14000}$	5
Vierter " "	$\frac{1}{40000}$	2 (beinahe)

Von

Von der Erde aus gesehen, scheinen die Jupiters-Trabanten sich fast immer in einer ziemlich geraden, der Ebene der Ecliptik beinahe parallelen, Linie hin und her zu bewegen, in der Nähe ihrer größten Digressionen (in Beziehung auf den Jupiter) still zu stehen, und mit ihrer Annäherung zu ihrem Hauptplaneten ihre Bewegungen zu beschleunigen. Ihre Bahnen sind beinahe kreisförmig und Jupiter steht fast in der Mitte derselben. Deswegen ist bei jedem die Entfernung vom Jupiter sowohl östlich, als westlich, immer ziemlich gleich weit. Nur sehr wenig sind die Ebenen ihrer Bahnen gegen die Ebene der Ecliptik und gegen die Jupiters-Bahn geneigt.

Sehr oft sieht man die Trabanten des Jupiters, wenn sie sich ihrem Hauptplaneten von der Westseite her nähern, verschwinden, obgleich sie noch ziemlich weit vom Jupiter abstehen und daher von seinem Körper nicht verdeckt werden können. Der dritte und vierte werden zuweilen wieder sichtbar, ehe sie noch

die Scheibe des Jupiters erreichen; sehr selten beobachtet man dasselbe bei dem zweiten. Zuweilen verschwinden sie auch bei ihrem Herannahen zum Jupiter in einer geringen Entfernung von ihm; nach einiger Zeit aber kommen sie in einem größern östlichen Abstande wieder zum Vorschein.

Die Ursache dieses Verschwindens der Trabanten muß wohl der Schattenkegel seyn, den Jupiter hinter sich, nach der von der Sonne abgekehrten Seite hin, wirft, in welchen die Trabanten auf der Westseite eintreten und aus dem sie auf der Ostseite wieder hervorkommen. Die nähern Umstände, welche mit diesen Erscheinungen verbunden sind, lassen auch keinen Zweifel übrig, daß sie unsern Mondfinsternissen oder denjenigen Phänomen ähnlich sind, die sich bei unserm Monde zur Zeit seiner Opposition ereignen.

Je näher der Jupiter seiner Opposition mit der Sonne kommt, desto näher bei ihm ereignen sich die Verfinsterungen. Die Dauer

dieser Finsternisse überhaupt stimmt genau mit der Zeit überein, welche die Trabanten nöthig haben, um den Schattenkegel ihres Planeten zu durchlaufen.

Zuweilen sieht man (mit Fernröhren) die Trabanten auch vor der Scheibe des Jupiters vorüber gehen und auf dieselbe ihre Schattenspitze werfen. Diese Schattenspitze bewirkt dann auf der Jupiters-Scheibe ein schwarzes Tüpfelchen, welches sich auf der Scheibe, von einem Rande bis zum andern, langsam fortbewegt. Es verursachen die Trabanten also auch, wenn sie zwischen dem Jupiter und der Sonne stehen, wahre Sonnenfinsternisse, wie diejenigen sind, welche durch unsern Mond zur Zeit seiner Conjunktion bewirkt werden.

Beinahe täglich ereignen sich auf dem Jupiter Sonnen- und Trabantenfinsternisse. Denn die Trabanten des Jupiters stehen ihrem Hauptplaneten, nach Verhältniß ihrer Größe, ziemlich nahe, und deswegen

müssen sie nicht blos oft in seinen Schatten gerathen, sondern auch zuweilen selbst ihren Schatten auf ihn werfen. Oft beobachtet man solche Finsternisse mit guten Fernröhren; oft sieht man, wie ein Jupiters-Trabant an der einen Seite des Hauptplaneten im Schatten desselben verschwindet, auf der andern wieder zum Vorschein kommt, oder auch, wie der Schatten eines Trabanten als ein schwarzer Punkt auf der sichtbaren Scheibe des Jupiters sich hin bewegt. — Durch den Anblick der Fig. 2. Taf. I. wird man sich von diesen Erscheinungen einen völlig deutlichen Begriff machen können.

Aus diesen Erscheinungen folgt auch auf das Ueberzeugendste, daß Jupiter und seine Trabanten dunkle Körper sind, welche ihr Licht von der Sonne empfangen, daß sich die Jupiters-Trabanten, wie unser Mond, nach der Richtung des Laufs aller Planeten, nämlich von Westen nach Osten, um den Jupiter bewegen, und daß sie diesem so unter-

geordnet sind, wie der Mond unserer Erde, um seine Nächte zu erleuchten. Unsere Erde hatte, wegen ihrer grösseren Nähe bei der Sonne, nur einen Mond nöthig; der Jupiter aber mußte wegen seiner größern Entfernung von der Sonne mehr Trabanten haben. Muß man nicht auch bei dieser Veranstaltung wieder die Weisheit Gottes bewundern!

Da die Jupiters-Trabanten einen sehr regelmäßigen Lauf halten, und noch viel akkurater als unser Mond sich bewegen, so war es den Astronomen nicht schwer, ordentliche Tafeln zu berechnen, nach welchen sich die Sonnen- und Trabanten-Finsternisse des Jupiters sehr leicht und eben so genau, ja genauer noch, als unsere Sonnen- und Mond-Finsternisse vorher bestimmen lassen. Diese Bestimmungen hatten nicht blos zur Findung der geographischen Länge (Th. I. S. 133 f.) großen Nutzen, sondern sie gaben auch dem Dänen Römer (im Jahr 1675) zuerst das Mittel an die Hand, auf folgende

Art die Geschwindigkeit des Lichts zu berechnen.

Da Jupiter einen kleinern Durchmesser hat, als die Sonne, so ist der Schatten, den er, von der Sonne beschienen, hinter sich wirft (Fig. 2. Taf. I.) kegelförmig. Die Spitze dieses Schattenkegels ist von ihm abgekehrt, und der Kreis, welcher seinen erleuchteten Theil von seinem dunkeln trennt, macht die Grundfläche desselben Kegels aus. Die Trabanten, welche um ihren Hauptplaneten herumlaufen, treten nach und nach in diesen Schatten, und verlassen ihn eben so wieder, so, daß ihr erhellter Theil dadurch selbst dunkel wird und nach Verhältniß verschwindet, wie sich die Trabanten tiefer in jenen Schattenkegel versenken. In demselben Augenblicke aber, wo sie sich frei davon machen, erscheint der erhellte Theil wieder.

Wenn die Erde sich ihrer Zusammenkunft mit dem Jupiter, d. h. demjenigen Punkte nähert, wo sie sich in einer geraden Linie zwi-

schen diesem Planeten und der Sonne befindet, so werden zwischen dem Ende einer Verfinsterung des ersten Jupiters-Trabanten und dem Ende der folgenden Verfinsterung ohngefähr 42½ Stunden verstreichen. Gesetzt, die Erde hätte sich, nach dem Durchlaufen der Hälfte ihrer Bahn, in die Opposition oder in denjenigen Punkt gestellt, wo sie, in Beziehung auf den Jupiter, hinter der Sonne sich befindet. Wenn dann das Licht keine fortschreitende Bewegung, folglich keine Geschwindigkeit hätte, so würde ein Beobachter auf der Erde den ersten Jupiters-Trabanten nach so viel mal 42½ Stunden aus dem Schatten treten sehen, als hier seit dem Augenblicke der Conjunktion oder der Zusammenkunft mit dem Jupiter Verfinsterungen statt fanden. So ist es aber nicht. Der Beobachter sieht vielmehr in diesem Falle das Ende der Finsterniß ohngefähr 16 Minuten später, als die Rechnung angiebt, und wirklich nimmt der Unterschied bei allen solchen Zwischenstellungen immer bis

an diese Gränze zu. Der Beobachter befindet sich dann, von seiner ersten Stellung an, in einer Entfernung, welche dem Durchmesser der von ihm halb durchlaufenen Erdbahn, ohngefähr 42 Millionen Meilen, gleich ist.

Hieraus hat man nun den Schluß gezogen, das Licht brauche 16 Minuten Zeit, um jene Entfernung von 42 Millionen Meilen zu durchlaufen, welches ohngefähr 40,000 Meilen in einer Sekunde beträgt. — So gelangt nun zu uns das Licht der Sonne (die gegen 21 Millionen Meilen von der Erde entfernt ist) allemal nach Verlauf von 8 Minuten. Dies würde z. B. der Fall seyn, wenn die Sonne, die unter dem Horizonte war, in einem gewissen Augenblicke über den Horizont tritt (die Dämmerung, welche schon früher mehrere Strahlen in unser Auge brachte, bei dieser Betrachtung zur Seite gesetzt.)

Die Finsternisse der Jupiters-Trabanten gaben auch die besten Mittel an die Hand, die Umlaufszeiten der Trabanten zu bestim-

men, und zwar nicht blos die oben schon angegebenen periodischen, sondern auch die synodischen. Die Letzteren findet man auf folgende Art. Man vergleicht weit von einander entfernte, in der Nähe der Opposition des Jupiters beobachtete Finsternisse mit einander und dividirt die Zwischenzeit durch die Anzahl der synodischen Umläufe. So hat man die synodischen Umläufe gefunden für den

1ten Trabanten 1 Tag 18 St. 28 Min. 36 Sek.
2ten Trabanten 3 Tag 13 St. 17 Min. 54 Sek.
3ten Trabanten 7 Tag 3 St. 59 Min. 36 Sek.
4ten Trabanten 16 Tag 18 St. 5 Min. 7 Sek.

Die periodischen Umläufe berechnet man hernach aus den synodischen.

Wenn man die scheinbaren Entfernungen der Jupiters-Trabanten von ihrem Hauptplaneten betrachtet, wie sie von der Erde aus gesehen werden, so findet man diese für

den 1ten Trabanten 1 Min. 51 Sek.
den 2ten Trabanten 2 Min. 57 Sek.

den 3ten Trabanten 4 Min. 42 Sek.
den 4ten Trabanten 8 Min. 16 Sek.

Nimmt man das Doppelte von dem Abstande des letzten Trabanten (den doppelten Halbmesser seiner Bahn), also 2 mal (8 Minuten und 16 Sekunden), so bekommt man 16 Minuten 32 Sekunden für den Durchmesser seiner Bahn, folglich den Durchschnitt des Raums, den Jupiter mit seinen vier Trabanten am Himmel einnimmt. Dieser Durchschnitt ist daher ohngefähr dem halben scheinbaren Sonnen- oder Mond-Durchmesser gleich.

Ein und zwanzigstes Kapitel.

Der Saturn.

Weit über dem Jupiter hinaus schwingt sich um die Bahn desselben der Saturn, in einem Abstande von der Sonne, welcher über 231,000 Erdhalbmesser oder beinahe 199 Millionen Meilen beträgt. Seine Bahn, die 1248 Millionen Meilen groß ist, legt er in 29 Jahren, 154 Tagen, 13 Stunden und 16 Minuten zurück. — Den Bewohnern des Saturns möchte wohl die Sonne am Himmel, wegen der bedeutenden Entfernung, von der Größe eines Groschens erscheinen.

Wenn zwischen der Erde und dem Saturn die Sonne steht (ein Stand, den man leicht aus Taf. VIII. abnehmen kann), so ist er 222

Millionen Meilen von uns entfernt; befindet er sich aber hinter der Sonne, d. h. ist zwischen ihm und der Sonne die Erde, so steht er von dieser nur noch 178 Millionen Meilen ab. Er hat also eine fast zehnmal größere Entfernung von der Sonne, als unsere Erde, und eben deswegen ist das Sonnenlicht auf ihm fast hundertmal schwächer, als bei uns. Wirklich glänzt er auch nie besonders helle am Firmament, sondern nur mattes Licht reflectirt er in unser Auge. So groß als Jupiter ist Saturn nicht. Er ist aber doch viel größer, als die Erde; denn aus ihm würden sich 1037 Kugeln bilden lassen, die alle an Größe der Erde gleich kämen, indem sein Durchmesser 17,362 geographische Meilen enthält.

Auch auf dem Saturn hat Schröter einige graue Streifen wahrgenommen. Er hält sie für atmosphärische Erscheinungen. Herschel beobachtete ebenfalls solche Streifen. Auch bemerkte er dunkle Flecken, deren Lage sich veränderte. Hieraus folgerten beide

Astronomen die Zeit der Axendrehung des Planeten; sie kommen aber in der Bestimmung derselben nicht ganz überein. Meistens nimmt man diese Zeit der Axen-Umwälzung zu 10 Stunden, 16 Minuten und 15 Sekunden an. Die Jahrszeiten sind auf dem Saturn erheblicher, als auf der Erde, und jede derselben dauert länger, als 7 unserer Jahre, weil Saturn zu seinem Umlaufe um die Sonne beinahe 29½ Jahre gebraucht.

Saturn ist merklich abgeplattet, eine Folge von seiner schnellen Drehung um die Axe. Nach Herschels Messungen verhält sich der Durchmesser des Aequators zur Länge der Axe wie 35 zu 32. Seine Gestalt hat aber das ganz Besondere, daß die größte Krümmung ohngefähr 43 Grade vom Aequator absteht. Der Durchmesser dieser Krümmung verhält sich zum Durchmesser des Aequators wie 36 zu 35.

Zwei und zwanzigstes Kapitel.

Der Ring des Saturns.

Vor allen übrigen Planeten zeichnet sich Saturn durch eine höchst auffallende und merkwürdige Erscheinung aus. Nämlich ein dünner flacher Ring umschwebt diesen Planeten frei in einem gewissen Abstande, wodurch er das Ansehen wie ein Globus bekommt, der in dem hölzernen Reifen liegt, welcher den Horizont vorstellt. Nur kann man zwischen dem Saturn und seinem Ringe frei hindurchsehen. Mit seiner schmalen Seite ist der Ring gegen den Planeten gekehrt, und nach Verhältniß seiner Lage gegen unser Auge stellt er sich in sehr verschiedenen Gestalten dar, wie man unter andern bei A, B und C, Fig. 3. Taf. VII. sieht.

Die berühmten Naturforscher Galilei und Gassendi haben mit ihren Fernröhren im Jahr 1612 zuerst eine helle Erscheinung um dem Saturn herum wahrgenommen. Aber erst Huyghens erkannte mit seinen vervollkommneten Fernröhren im Jahr 1660 diese Erscheinung als einen ordentlichen Ring. In der Folge bemerkte man, daß dieser Ring dünn, aber sehr breit ist. Denn durch Messung fand man, daß der Durchmesser vom äussern Rande dieses Ringes 40,000, der Durchmesser des innern 28,200 Meilen betrug, daß also der Ring eine Breite von 11,800 Meilen hatte. Ist der Durchmesser des innern Randes 28,200 Meilen groß, und nimmt man den Durchmesser des Saturns zu 17,300 Meilen an, so bleibt zwischen Ring und Saturn noch ein leerer Raum von 10,900 Meilen, vorausgesetzt, daß der Ring überall eine gleiche Breite und eine gleiche Entfernung von dem Planeten hätte. Wirklich sieht man auch durch den Raum zwischen dem Saturn

und seinem Ringe kleine Sterne hindurch schimmern.

Von der Erde aus erblickt man den Ring nie in Gestalt eines vollkommenen Kreises, sondern immer erscheint er uns in einer bald mehr, bald weniger schrägen Lage, je nachdem sich der Saturn und die Erde bald in dieser, bald in jener Gegend ihrer Bahnen befinden. Deswegen zeigt sich Saturn durch das Fernrohr beim ersten Blick zuweilen wie ein runder Topf, welcher mitten an seinem Bauche auf jeder Seite einen Henkel hat. Wenn man ihn aber etwas genauer beobachtet, so bemerkt man deutlich, daß diese scheinbaren Henkel sich über den ganzen Saturn herum krümmen, folglich einen ganzen Ring um ihm herum bilden. Oft scheint er aber auch, statt solcher Henkel, ein Paar Arme gerade auszustrecken; bisweilen sieht man sogar weder Henkel, noch Arme an ihm, sondern blos einen dunkeln schattigten Strich, der sich schief über ihm hinzieht. Das Letztere geschieht

indessen selten, nämlich nur dann, wenn er die scharfe Kante seines Ringes gerade gegen die Erde kehrt. Er würde uns in dieser Lage wie ein dünner Stab erscheinen, wenn er nicht zu dünn wäre. — Man braucht übrigens nur Fig. 3. Taf. VII. zu betrachten, um sich einen deutlichern Begriff von verschiedenen Stellungen des Ringes zu machen. Bei C sieht man die zuletzt erwähnte.

Man hatte bis auf die neuere Zeit immer geglaubt, der Ring sey einfach; Herschel aber machte die merkwürdige Entdeckung, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß er eigentlich aus zwei concentrischen Ringen von ungleicher Größe und Breite besteht *). Nur durch sehr stark vergrößernde Fernröhre kann man dies wahrnehmen. Der schmalste Ring ist auswendig; dieser hat also den größ-

*) Concentrische Ringe, so wie concentrische Kreise u. dgl. sind solche, die einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben.

ten Durchmesser. Herschel berechnete ihn auf 40,500 geographische Meilen. Zwischen beiden Ringen ist ein leerer Raum, dessen Breite man zu $\frac{14}{214}$ des Halbmessers der Saturnskugel gefunden hat. Der scheinbare Durchmesser des äussern Randes beträgt 42 Sekunden, des innern 30 Sekunden.

Da der Doppelring des Saturns sehr uneben ist, so schloß man hieraus, er müsse bedeutend hohe Berge enthalten. Aus einigen hellen Flecken aber, welche man auf ihm bemerkte, und die in verschiedene Lagen kommen, zog man den Schluß, daß er sich um seine Axe drehe. Nach Herschels Beobachtung dreht sich der äussere Ring in 10 Stunden und 32 Minuten um den Saturn.

Gegen die Ebene der Bahn, welche Saturn um die Sonne macht, ist der Ring unter einem Winkel von 30 Grad geneigt; und da die Saturnsbahn selbst etwas schräg gegen die Sonnenbahn ist, so macht die Fläche des Ringes mit der Ebene der Ecliptik einen Win-

kel von 31 Grad 20 Minuten. Während des beinahe 30jährigen Laufs des Saturns um die Sonne bleibt der Ring sich immer selbst parallel. Aus diesen Umständen und aus der Bewegung der Erde um die Sonne (oder der scheinbaren Bewegung der Sonne um die Erde) kann man leicht alle Abwechselungen in der Gestalt des Ringes herleiten und selbst für eine gegebene Zeit im voraus bestimmen.

Man denke sich die Fläche des Ringes nach allen Seiten hin erweitert, so daß diese Erweiterung eine unendlich große Ebene ausmacht, welche bis zu dem Mittelpunkte der Sonne hin geht. Alsdann schneidet diese Ebene die Fläche der Ecliptik unter dem vorhin angegebenen Winkel von 31 Grad 20 Minuten. Die Linie des Durchschnitts aber, oder die sogenannte Knotenlinie des Ringes, geht jetzt, von der Sonne aus gesehen, auf der einen Seite im $17\frac{2}{3}$ Grad der Fische und auf der entgegengesetzten im $17\frac{2}{3}$ Grade der Jungfrau durch die Ecliptik. Dort (im $17\frac{2}{3}$ Gra-

de der Fische) ist der niedersteigende Knoten, weil der Ring schräg von Westen nach Osten unterwärts geht; hier (im $17\frac{2}{3}$ Grade der Jungfrau) ist der aufsteigende Knoten, weil der Ring daselbst oberwärts geht.

Gelangt Saturn in diese Knotenlinie, oder in einen der beiden Knoten, so wird die Sonne von der erweitert gedachten Ebene des Ringes gleichsam in zwei Hälften geschnitten. Daher erleuchtet sie die beiden Flächen oder Seiten des Ringes (die nördliche und südliche) auf gleiche Art, aber sehr schief, oder vielmehr so, daß ihre Strahlen darüber hingleiten, ohne in unser Auge zurückgeworfen zu werden. Alsdann sehen wir nichts von der Fläche des Ringes. Auch die nach der Sonne hingekehrte Kante des Ringes ist in dieser Lage äusserst schwer zu bemerken, weil sie zu dünn und daher der Sehewinkel ihrer Breite zu klein ist. Doch hat Herschel im Jahr 1789 den Ring in dieser Lage durch sein vier-

zigfüßiges Teleskop als eine sehr feine Linie gesehen, während er für alle übrige Beobachter verschwunden war.

Der Ring des Saturns verschwindet also aus unsern Augen, wenn der Planet den Knoten seines Ringes, wenigstens beinahe, erreicht hat. Alsdann sehen wir blos die Scheibe des Saturns, die Erde mag sich in einem Theile ihrer Bahn befinden, wo sie wolle. Zwischen den beiden Knoten ist, während der halben Umlaufszeit des Saturns um die Sonne, also fast 15 Jahre hindurch, die eine, und hierauf wieder beinahe 15 Jahre hindurch die andere Fläche des Ringes erleuchtet. Die andere Fläche liegt dann immer im Schatten.

Der Ring bleibt sich immer parallel, wie schon weiter oben bemerkt worden ist. Wenn daher S a t u r n mit der Erde in eine Linie sich gestellt hat, welche der Knotenlinie seines Ringes parallel ist, so kehrt er uns nur die Kante seines Ringes zu, und dann findet die bewußte, äusserst schwer (nur durch die

allergrößten Fernröhre) zu bemerkende Erscheinung statt. Dieser Fall kann in einem Jahre zweimal eintreten, und zwar bald hinter einander. Denn jede durch die Erdbahn gehende Linie, welche der Knotenlinie parallel ist, durchschneidet die Knotenlinie in zwei Punkten. Wenn nun die Erde in diesen Punkten, oder nahe dabei ist, so sehen die Bewohner der Erde nur die Scheibe des Saturns.

Wir sehen den Ring auch nicht, wenn jene parallele Linie zwischen der Erde und der Sonne hindurchgeht. Aber sichtbar ist uns der Ring beständig, wenn dieselbe Linie ausserhalb der Erdbahn durch die Ebene der Ecliptik hindurchstreicht. In diesem Falle fällt die von der Sonne erleuchtete Fläche des Ringes in unser Auge. Indessen erscheint uns der Ring von elliptischer Gestalt, weil wir schräg gegen die Ebene des Ringes sehen (die unter einem schiefen Winkel gegen die Ebene der Ecliptik, worin wir uns befinden, geneigt ist). Nahe bei dem Knoten des Ringes ist

diese Ellipse am schmalsten, so daß man eine Zeitlang ihren innern Raum kaum unterscheiden kann. Später öffnet sich die Ellipse immer mehr, bis die Oeffnung wieder am größten wird.

Auf dem Saturn selbst muß sich die ganze Erscheinung des Ringes so ausnehmen, als wenn bei uns der ganze Weg, den unser Mond unter den Sternen durchläuft, oder die ganze Ecliptik dicht an einander mit sehr vielen Monden besetzt wäre, die mit gleicher Geschwindigkeit um die Erde herum liefen. Ohnstreitig hat der Ring für manche Bewohner des Saturns viel Angenehmes, für andere aber wohl viel Unangenehmes. Mit guten Fernröhren sieht man deutlich, daß der Ring einen Schatten auf den Saturn wirft, und daher eben so, wie dieser, ein dunkler undurchsichtiger Körper ist. Dieser Schatten verfinstert also denjenigen Theil des Saturns, wo er hinfällt, viele Jahre lang. Die lebenden Wesen daselbst müssen also wohl in einer sehr

langen Nacht zubringen. Allerdings leistet die Oeffnung zwischen beiden Ringen dem Saturn wieder den wesentlichen Dienst, daß dadurch der verfinsterte Raum des Planeten, wegen der hindurchschießenden Sonnenstrahlen, schmäler wird. Auch ist durch diese Oeffnung den Bewohnern des Saturns eine freie Aussicht nach dem Firmament verstattet. Wenn der Ring ferner, wie es wahrscheinlich ist, eine Atmosphäre hat, so würden auch vermöge dieser, durch die Brechung der Sonnenstrahlen in ihr, die oft Jahre lang dauernden Sonnenfinsternisse des Ringes sehr gemildert werden.

Da der Ring des Saturns viel blasser aussieht, als der Planet selbst, und da der Schatten, den er wirft, nicht schwarz, sondern grau ist, so haben hieraus einige Naturforscher den Schluß gezogen, daß seine Masse wohl nicht so dicht und dunkel, als die Planetenmasse seyn müßte, daß er vielleicht aus einer Art Eis bestände. Indessen läßt sich

hierüber eigentlich gar nichts bestimmtes sagen. Nur über die Art seiner Entstehung kann man folgende Muthmassungen äussern.

Man stelle sich einmal vor, unsere Erde würde auf einmal in einen viel schnellern Umschwung um ihre Axe versetzt. Alsdann würden große Veränderungen auf derselben vorgehen; alles Wasser würde sich aus den Meeren der kalten und gemäßigten Zonen schnell nach dem Aequator hin ziehen und sich daselbst, vermöge des Schwunges, so sehr anhäufen, daß nun die Erde eine linsenförmige Gestalt erhalten müßte. In jenen Gegenden, wo sich das Wasser hinweggezogen hätte, blieben blos Felsen und Meeresgründe, oder überhaupt solche zusammenhängende feste Massen, welche nicht im Stande waren, nach dem Aequator sich hin zu bewegen. Nun kann man sich aber auch den Umschwung der Erde so groß denken, daß sich das Wasser sogar von den festen Gründen des Aequators losreißen müßte und dann blos noch als ein Ring um

den Aequator in einer Entfernung herumliefe, wo es allmälich zu Eis erhärten würde. Dieser Eisring, fortdauernd durch die Kraft der Schwere an die Erde gebunden, müßte, vermöge der Fortdauer seiner Schwungkraft, nämlich durch sein Beharrungsvermögen *), beständig fortfahren, sich um seinen Hauptkörper, die Erde, zu drehen. — Auf diese Weise würde also die Erde einen ähnlichen Ring um sich herum bekommen, als ihn Saturn besitzt.

Daß sich solche Wirkungen bei sehr schneller Umdrehung von Körpern, die flüssige Materien auf sich enthalten, durch einen starken Schwung immer zeigen, kann man durch physikalische Experimente anschaulich machen, und

*) Jeder Körper, der einmal in Bewegung ist, bleibt wegen seines Beharrungsvermögens, oder seiner Trägheit, in Bewegung, so lange ihn nichts darin aufhält; so wie jeder Körper, der einmal in Ruhe ist, stets in Ruhe bleibt, so lange ihn nichts aus diesem Zustande herausbringt; s. meinen physikalischen Jugendfreund, Th. I. S. 120 f.

daß Jupiter, daß selbst unsere Erde und andere Weltkörper, die sich schnell um ihre Axe drehen, an dem Aequator erhabener wurden, als sie noch flüssig waren und allmälig erhärteten, und daß sie (wie beim Jupiter) desto erhabener am Aequator, folglich bei den Polen desto abgeplatteter wurden, je schneller sie sich um ihre Axe drehen, ist ja Thatsache. Auf unserer Erde, deren Oberfläche (nicht blos in Hinsicht auf die Umdrehungszeit, sondern auch auf die Größe der Umkreise um den kugelartigen Körper) einen fast dreißigmal geringern Schwung hat, als Jupiter, ist ja um dem Aequator herum das Wasser sehr auffallend angeschwollen, wenn wir es mit dem Wasser in andern Gegenden der Erde vergleichen, welche keinen so starken Schwung empfinden.

Da nun Saturn sich sehr schnell, vielleicht schneller, als wir glauben, um seine Axe dreht, so könnte sich wohl, nach obiger Erklärung, von ihm einst ein Wasserring abgesondert haben, der in gewisser Entfernung

von ihm zu Eis erstarrte. Man braucht hierbei gerade kein eigentliches Wasser, wie unser Wasser, sondern eine andere Flüssigkeit sich gedenken, die fest wurde. Vielleicht sonderten sich auch bei der Erschaffung des Saturns, als er noch flüssig war und von dem Schöpfer in Umschwung gesetzt wurde, gewisse leichtere Materien von ihm ab und fuhren, während sie (und der Hauptkörper selbst) erhärteten, fort, sich als Ring um ihn zu drehen. Vor der Erhärtung sonderten sich vielleicht von dem Ringe wieder andere Theile ab, welche eine besondere eigenthümliche Schwere besaßen, und diese bildeten um dem Ringe noch einen (äussern) Ring. Durch ihr (oben in der Anmerkung erläutertes) Beharrungsvermögen fuhren die Ringe beständig fort, sich um den Saturn zu drehen, und werden auch diese Bewegung so lange fortsetzen, bis sie vielleicht einst durch die Allmacht des Schöpfers zerstört werden.

Einige Naturforscher, wie z. B. der berühmte Franzose la Place, vermutheten,

der Saturns-Ring bestehe aus Streifen (Zonen), welche die Atmosphäre des Saturns in verdichteter Gestalt, vermöge des Schwunges, abgesetzt habe. Daß Saturn eine Atmosphäre besitze, schloß Herschel aus den Veränderungen, welche die Streifen dieses Planeten erleiden. Die Wahrscheinlichkeit seines Schlusses wurde ihm dadurch verstärkt, daß die Trabanten des Saturns, wenn sie hinter ihren Hauptplaneten treten, lange an der Scheibe zu hängen scheinen. Herschel schreibt dies vorzüglich der Brechung der Lichtstrahlen in der Saturns-Atmosphäre zu. Andere, wie z. B. der ehemalige berühmte Königsberger Philosoph Kant, glaubten, der Saturn mit seinem Ringe wäre aus einem Kometen entstanden, der sich um seine Axe drehte. Der Schweif des Kometen habe sich bei dieser Umwälzung des Hauptkörpers in den Ring verwandelt. — Aber diese Erklärungen sind gekünstelter und daher auch unwahrscheinlicher, als die obige.

Drei und zwanzigstes Kapitel.

Die Trabanten des Saturns.

Auch um den Saturn laufen Trabanten oder Satelliten in verschiedenen Weiten von einander, und zwar sieben Stück, die insgesammt von der Sonne erleuchtet werden und (eben so, wie der Mond unsere Erde und wie die Jupiters-Trabanten den Jupiter) zur Nachtzeit wieder ihren Hauptplaneten erleuchten. Auch sie begleiten den Saturn beständig auf seinem Wege um die Sonne. — Taf. VIII. sieht man den Saturn (♄) mit den Bahnen seiner Trabanten, letztere in punktirten Linien dargestellt. Fig. 3. Taf. I. ist dasselbe Saturns-System einzeln abgebildet.

Wegen ihrer ungeheuren Entfernung von der Erde und wegen der Mattigkeit ihres Lichtes kann man die Saturns-Trabanten nicht, wie die Jupiters-Trabanten, mit mittelmäßigen Fernröhren erkennen; es gehören vielmehr die allerstärksten Vergrößerungen dazu. So sieht man bei einer zweihundertmaligen Vergrößerung (mit einem guten vierthalbfüßigen Dollondschen Fernrohre) höchstens nur drei Saturns-Trabanten, und unter diesen ist der 6te am leichtesten zu finden. Zur Beobachtung der übrigen sind weit stärker vergrößernde Dollondsche Fernröhre oder Spiegel-Teleskope nöthig.

Der berühmte holländische Naturforscher Huyghens hat im Jahr 1655 zuerst einen Saturns-Trabanten entdeckt; der Astronom Cassini entdeckte in den Jahren 1671 bis 1684 vier; Herschel entdeckte im Jahr 1789 noch zwei.

Auch hier nennt man denjenigen Trabanten den ersten, dessen östliche oder westliche

Digression (Entfernung vom Hauptplaneten) am kleinsten ist, oder der sich am wenigsten vom Saturn entfernt, folglich die kleinste Bahn um ihm herum beschreibt. Den nächst folgenden nennt man den zweiten; hierauf kommt der dritte, u. s. f.

Der erste Trabant ist nur 24,000 Meilen von seinem Planeten entfernt; er nimmt daher seinen Lauf sehr nahe um dem Ringe herum, dessen äusserster Rand, wie wir wissen, 20,000 Meilen von der Saturns-Kugel absteht. Aber der zweite hat von dem Saturn eine Entfernung von 33000, der dritte von 42000, der vierte von 54000, der fünfte von 76000, der sechste von 175000 und der siebente von 514000 Meilen. Alle sieben Trabanten bewegen sich so, daß von ihnen seinen Lauf um die Sonne vollendet

der erste in 22 Stunden 37 Minuten
der zweite in 1 Tage 8 Stunden 52 Min.
der dritte in 1 T. 21 St. 18 M.
der vierte in 2 T. 17 St. 44 M.

der

der fünfte in 4 Tagen 12 Stunden 25 Min.
der sechste in 15 T. 22 St. 41 M.
der siebente in 79 T. 7 St. 53 M.

Die Größe des ersten und zweiten Trabanten hat sich bis jetzt noch nicht bestimmen lassen. Bei den übrigen ist das Verhältniß ihrer körperlichen Räume folgendes:

	Verhältniß zu ihrem Hauptplaneten.	Verhältniß zu unserm Monde.
3ter Trabant	$\frac{1}{4520220}$	$\frac{1}{90}$
4ter „ „	ohngefähr eben so.	$\frac{1}{90}$
5ter „ „	$\frac{1}{3111000}$	$\frac{1}{6}$
6ter „ „	$\frac{1}{2111700}$	$\frac{1}{4}$
7ter „ „	$\frac{1}{8\,9584}$	$\frac{1}{2}$

Die Bahnen der sechs innern Trabanten liegen fast genau in einer Ebene und sind gegen die Ebene der Saturnsbahn unter einem Winkel von 30 Graden geneigt. Bei dem siebenten aber beträgt dieser Neigungswinkel nur 15 Grad. Hieraus ergiebt sich der Grund, warum die Saturns-Trabanten so

selten verfinstert werden. Nur beim sechsten hat man die Verfinsterung durch den Schatten des Saturns wirklich beobachtet.

Nicht nur östlich und westlich, sondern auch südlich und nördlich vom Saturn können sich seine Trabanten zeigen. Dadurch wird ihre Aufsuchung sehr erschwert und ihre Verwechselung mit benachbarten kleinen Fixsternen sehr leicht möglich.

Die Entfernungen der Saturns-Trabanten von ihrem Hauptplaneten findet man, wie bei den Satelliten des Jupiters, aus ihren größten Digressionen vom Saturn und aus dem gleichzeitigen scheinbaren Halbmesser des letzteren. Nimmt man diesen Halbmesser des Saturns zu Einheit an, so ergeben sich, nach den besten neuern Messungen und Berechnungen, folgende mittlere Abstände der Trabanten vom Mittelpunkte des Saturns:

Abstände.

1ter Trabant	$3\frac{8}{100}$
2ter = =	$3\frac{95}{100}$
3ter = =	$4\frac{89}{100}$
4ter = =	$6\frac{27}{100}$
5ter = =	$8\frac{75}{100}$
6ter = =	$20\frac{29}{100}$
7ter = =	$59\frac{15}{100}$

Die größten scheinbaren Abstände der Trabanten von ihrem Hauptplaneten, in der mittlern Entfernung des Saturns von der Erde, sind folgende:

1ter Trabant	0 Min.	27 Sek.
2ter = =	0′	34″
3ter = =	0′	47″
4ter = =	1′	0″
5ter = =	1′	24″
6ter = =	3′	15″
7ter = =	9′	28″

Hieraus sieht man deutlich, daß Saturn mit allen seinen Trabanten (wenn wir uns

diese auf beiden Seiten in ihren größten Digressionen beisammen vorstellen) einen Raum von 2 mal 9 Minuten und 28 Sekunden, oder von 18 Minuten 56 Sekunden, am Himmel einnimmt, folglich etwas mehr, als das Jupiters-System.

Aus den Verfinsterungen der Saturns-Trabanten, und wenn man sie auch noch so selten beobachtet, ist übrigens klar genug, daß auch Saturn und seine Trabanten dunkle von der Sonne erleuchtete Körper sind, und daß sich die Trabanten, eben so wie die Satelliten des Jupiters, von Westen nach Osten um ihren Hauptplaneten bewegen.

Vier und zwanzigstes Kapitel.

Der Uranns.

Der Uranus, auch wohl Cölus und von seinem Entdecker (im Jahr 1781) bisweilen Herschel genannt, ist der entfernteste aller bekannten Planeten unseres Sonnen-Systems. Er umschließt mit seiner ungeheuren Laufbahn die Bahnen aller vorhergehenden Planeten. Fast noch einmal so weit steht er von der Sonne ab, als Saturn; denn seine Entfernung von ihr beträgt über 450,000 Halbmesser der Erde, oder beinahe 400 Millionen Meilen. Der Umfang seiner Bahn macht daher über 2500 Millionen Meilen aus, und diese Bahn legt er in 83 Jahren 274 Tagen, 8 Stunden und 38 Minuten zurück. Sein Jahr ist daher so lang als ein hohes

Menschenalter, und jede seiner vier Jahrszeiten dauert gegen 21 unserer Jahre.

An Größe kommt **Uranus** weder dem **Jupiter** noch dem **Saturn** gleich; er ist aber, dem körperlichen Inhalte nach, gegen 90 mal größer, als unsere Erde. Denn sein Durchmesser beträgt 7734 geographische Meilen. Man könnte also aus ihm 90 Kugeln machen, wovon jede so groß wäre, als unsere Erde. Mit bloßen Augen können wir ihn nicht sehen, sondern nur durch gute Fernröhre. Sein **größter scheinbarer** Durchmesser ist 4½ Sekunde, sein kleinster $3\frac{53}{100}$ Sekunden. Ohngefähr 151 Tage lang ist **Uranus** rückgängig und dann legt er einen Bogen von nur 3½ Grad zurück.

Seine Axe scheint auf seiner Bahn eine solche Lage zu haben, daß die **Jahrszeiten** bey ihm eine starke Abwechselung haben dürften. Doch ist dies, so wie vieles andere diesen Planeten betreffende wegen der großen Entfernung desselben schwer zu bestimmen

Herschel erblickte den Uranus, vermöge seines Riesenteleskops, in einer sonderbaren, gleichsam vielblätterigten Gestalt. Er wußte anfangs nicht, wie er sich diese erklären sollte. Aber endlich glaubte er, zu bemerken, der Planet habe zwei Ringe um sich, die sich durchkreuzen.

Fünf und zwanzigstes Kapitel.

Die Trabanten des Uranus.

Alle Trabanten des Uranus hat Herschel entdeckt. Die sechs bis auf die neueste Zeit bekannten fand er in den Jahren 1787 bis 1794. Jetzt hat er aber ganz nahe an dem Planeten noch zwei entdeckt, so daß ihrer nunmehr acht bekannt wären. Abstand und Umlaufszeit der beiden zuletzt entdeckten ist noch nicht bestimmt. — Wer weiß, ob Uranus nicht noch mehr als acht Trabanten hat, die ihm des Nachts leuchten müssen; denn mit dem Abstande des Planeten von der Sonne scheint wirklich, auf eine sehr weise Art, die Zahl der Satelliten zu wachsen!

Schon die sechs zuerst entdeckten Uranus-

Trabanten gehören, nach Herschels Versicherung, zu den allerfeinsten Gegenständen, die er je am Himmel beobachtet hat. Schröter beobachtete nur zwei von ihnen, den zweiten und vierten. Die ziemlich kreisförmigen Bahnen dieser beiden wurden, sowohl von Schröter, als auch von Herschel, mit größerer Zuverläßigkeit bestimmt, als die Bahnen der übrigen. Indessen hat doch die Observationsgabe und der Scharfsinn der Astronomen, vorzüglich des Herschel, die Abstände und die Umlaufszeiten jener sechs Trabanten so genau, als es ihnen möglich war, zu bestimmen gesucht, wie aus folgenden beiden Täfelchen zu sehen ist:

Entfernungen der Uranus-Trabanten von ihrem Hauptplaneten in geographischen Meilen.

Erster Trabant	50,000
Zweiter " "	65,000
Dritter " "	76,000

Vierter Trabant	87,000
Fünfter " "	175,000
Sechster "	350,000

Umlaufszeiten der Uranus-Trabanten.

Erster Trabant	5 Tage	21 St.	25 Min.
Zweiter " "	8 "	16 "	58 "
Dritter " "	10 "	23 "	4 "
Vierter " "	13 "	10 "	56 "
Fünfter " "	38 "	1 "	49 "
Sechster " "	107 "	16 "	40 "

Herschel fand, daß die Bahnen der beiden genauer bekannten Uranus-Trabanten gegen die Ebene der Ecliptik eine Neigung von 89 Graden haben, daß sie demnach fast senkrecht auf derselben stehen. Er hatte aber auch wichtige Gründe zu der Annahme, daß auch die übrigen eine ähnliche Neigung gegen die Ecliptik besitzen. Derselbe berühmte Astronom machte auch die wichtige Entdeckung,

daß die Trabanten des **Uranus** sich vom Abend gegen Morgen, also nach einer Richtung um ihren Hauptplaneten bewegen, welche der Bewegungs-Direction der übrigen Planeten und Nebenplaneten entgegengesetzt ist.

Sechs und zwanzigstes Kapitel.

Die Kometen.

Die Kometen, welche nur bisweilen und zwar ganz unerwartet, am Himmel erscheinen, dann auf unbestimmte Zeit, oft nur wenige Tage, oft auch mehrere Wochen oder mehrere Monate, sichtbar bleiben, und zuletzt wieder verschwinden, sieht man meistens mit bloßen Augen, zuweilen auch nur mit Fernröhren. Sie haben zwar auch, wie die Planeten, eine eigne Bewegung um die Sonne; aber sie stellen sich nicht, wie jene als helle Punkte, oder durch Fernröhre als scharf begränzte Scheibchen dar, sondern sie sind mit einem mehr oder weniger blassen Schimmer umgeben, der sie wie ein Dunst gleichsam einhüllt. Dieser helle Dunst, der sich oft auf

Entfernungen hin erstreckt, welche im Vergleich mit dem eigentlichen Körper des Kometen sehr groß, zuweilen ungeheuer groß sind, dehnt sich nach der einen von der Sonne abgekehrten Seite am meisten aus und bildet den sogenannten Schweif oder Schwanz des Kometen. Dieser Schweif hat auch den Kometen selbst ihren Namen (von Coma, Haupthaar) gegeben. Man nennt sie auch Haarsterne, Schwanzsterne.

Längstens sind die Kometen 6 bis 7 Monate am Himmel sichtbar. Ausser ihrer scheinbaren (von der Axendrehung der Erde herrührenden) Bewegung von Osten nach Westen, haben sie noch eine eigne, uns sehr unordentlich vorkommende. Sie bewegen sich nämlich theils im Thierkreise von Westen gegen Osten, theils laufen sie vor andern Gestirnen hin, welche nicht zum Thierkreise gehören, theils nehmen sie ihren Weg den Gestirnen im Thierkreise gerade entgegen, also von Osten nach Westen, kurz, sie laufen überall, die Kreuz

und Quere am Himmel herum. Von ihrer ersten Sichtbarkeit an werden sie immer grö- ßer. Sind sie am größten geworden, so wer- den sie bald darauf wieder kleiner, bis sie sich endlich wieder ganz verlieren.

Allerdings machen demnach die Kometen auch eine Art Wandelsterne aus; da aber die wirklichen Planeten sich immer nur im Thier- kreise aufhalten und im Ganzen stets nach der Ordnung der Sternbilder von Westen nach Osten bewegen, die Kometen hingegen überall am Himmel herumwandern, bald von Süden bald von Norden, bald von Osten, bald von Westen herkommen, so machen sie, ihre eigen- thümliche Gestalt nicht einmal mit in Be- trachtung gezogen, schon eine eigne Gattung von Wandelsternen aus.

Immer sieht man die Kometen in vollem Lichte; selbst wenn sie nahe bei der Sonne ste- hen, oder, der Rechnung nach, zwischen Son- ne und Erde sich befinden. Allemal aber ist diejenige Seite heller, welche der Sonne zu-

gekehrt ist. Was die Farbe ihres Lichts betrift, so ist sie bei mehreren Kometen gewöhnlich verschieden; bald ist sie gelblicher, bald röthlicher, bald weißlicher. Aber nie ist das Licht so feurig und so lebhaft, als bei den Planeten. Der Schweif ist immer von der Sonne hinweggewendet.

Der sogenannte Kopf des Kometen erscheint immer, wie in einen Duft eingehüllt. Zuweilen ist er ziemlich weiß glänzend, auch viel dichter wie der Schweif. Sowohl durch den Kopf, als durch den Schweif sieht man das Licht der Fixsterne hindurch funkeln; durch den Kopf sieht man es aber weniger gut. Auf jeden Fall zeugt dies Hindurchfunkeln von einer sehr lockern Masse des Kometenkopfes und Kometenschweifes.

Mitten in dem duftigen Kopfe erblickt man den sogenannten Kern. Nur dieser ist meistens ganz undurchsichtig und weiß. Doch glänzt er nie so helle, wie ein anderer Stern; auch hat er eine sehr unordentliche und veränderliche Gestalt.

In ziemlich gerader Richtung auseinanderfahrend zieht sich der Schweif von dem Kopfe an fort. So wie er weiter vom Kopfe hinwegkommt, wird er breiter, folglich auch dünner, feiner und durchsichtiger. Zuletzt verliert er sich unmerklich. Er nimmt aber seinen Anfang nicht im hintern Theile des Kopfes; vielmehr ist er über den vordern Theil des Kopfes wie eine Kappe gezogen. Er hat also die Form eines hohlen Dunstkegels, in dessen abgerundeter Spitze der weiße zerstückelte Kern des Kometen steckt. — Fig. 3. Taf. V. ist ein solcher Komet abgebildet.

Erscheint der Komet in den Abendstunden am westlichen Himmel, so kehrt er seinen Kopf immer nach Westen und streckt seinen Schweif, entweder gerade oder schief, nach Osten hinauf. Hier geht also der Kopf, in Hinsicht des täglichen scheinbaren Laufes, am Himmel voran, und zwar so von Osten nach Westen, daß er den Schweif gleichsam nach sich zieht. Sieht man aber den Komet nach Mit-

Mitternacht am östlichen Himmel, so erblickt man seinen Kopf gegen Osten, seinen Schweif gegen Westen; er geht also in Hinsicht seines täglichen scheinbaren Laufes, mit seinem Schweife voran und der Kopf folgt hinter drein. In diesem Falle pflegt man den Schweif auch wohl Bart und den Kometen selbst einen Bartkometen zu nennen. Wenn endlich der Komet um Mitternacht mitten am Himmel zu sehen ist, so kehrt er seinen Schweif weder gen Osten, noch gen Westen, sondern gerade von der Erde hinweg; folglich sehen wir dann der Länge nach durch ihn hin. So erscheint er uns blos in Gestalt eines runden weißen Nebels, in dessen Mitte man den Kern des Kometen erblickt. — Uebrigens giebt es kein Sternbild am Himmel, worin nicht schon Kometen zum Vorschein gekommen und wieder verschwunden wären.

Ehedem hielt man die Kometen für Meteore, d. h. für vorübergehende Erscheinungen unseres Luftkreises. Auch glaubte man,

sie seyen Vorboten von Krieg, Pest und anderm Unglück, das bald darauf die Menschen betreffen müßte. Daher verbreitete das Erscheinen eines Kometen oft große Furcht und Schrecken. Die neuere Sternkunde hat uns aber gelehrt, daß die Kometen Körper sind, welche zu unserm Sonnensystem gehören, daß sie sich am Himmel nach jeder Richtung in sehr langen Ellipsen um die Sonne bewegen und daß die Sonne in dem einen (weit von der Mitte der elliptischen Bahn entfernten) Brennpunkte dieser Ellipsen steht.

Nur in demjenigen Theile ihrer oft ungeheuer langen Bahn können wir die Kometen wahrnehmen, welcher nicht weit von der Sonnennähe entfernt ist, der uns also am nächsten liegt. Aber dieser Theil macht, im Vergleich der ganzen Bahn, nur ein sehr kleines Stück aus.

Aus einem so kleinen Stücke einer Kometenbahn auf den ganzen Umfang dieser Bahn

zu schliessen, ist schwer. Es gehören wenigstens sehr scharfe Beobachtungen dazu, wenn der Lauf des Kometen mit einiger Genauigkeit bestimmt werden soll. Daher ist es den Astronomen auch noch nie gelungen, die Bahn und Umlaufszeit eines Kometen ohne Fehler und so zu berechnen, daß seine Wiederkehr mit Gewißheit vorausgesagt werden konnte. Vielleicht gebrauchen manche Kometen Jahrhunderte und Jahrtausende zu ihrem Umlauf um die Sonne, vielleicht kommen auch manche gar nicht wieder zurück, sondern verlieren sich gleichsam in dem unendlichen Himmelsraume. Letzteres müßte der Fall seyn, wenn die Bahn des Kometen nicht eine Ellipse (eine in sich selbst zurückkehrende krumme Linie, und wenn sie auch noch so lang und schmal ist), sondern eine Parabel wäre. Letztere ist eine krumme Linie, die nicht in sich selbst zurückkehrt, sondern deren Schenkel immer weiter auseinander laufen.

Taf. VIII. sind zwei Kometenbahnen dar-

gestellt. Die eine geht zwischen ♀ und ☿, die andere zwischen ♃ und ♂ hin.

Wenn man findet, daß ein Komet, so weit er mit bloßen Augen oder mit Fernröhren verfolgt werden kann, genau eben denselben Weg am Himmel macht, auf welchem vorher schon einmal einer beobachtet worden ist, so hält man ihn für denselben, der diesen Weg schon ehemals genommen hat, und dann schließt man auch, daß er nach eben so vielen Jahren, als er das erstemal ausgeblieben, wieder erscheinen werde.

Der Ort der Sonnennähe des Kometen, die Zeit seines Durchganges durch diesen Ort, der Abstand des Kometen von der Sonne in der Sonnennähe, die Lage der Knotenlinie, die Neigung seiner Bahn, die Richtung seines Laufs (ob er nämlich, wie bei den Planeten, nach der Ordnung der Thierkreis-Zeichen fortschreitet, oder ob er diesen Zeichen entgegenrücke): alles dieses wird unter den *Elementen der Kometenbahnen* verstanden.

Hat man diese Elemente für einen Kometen aus den Beobachtungen seines Laufs bestimmt, und es findet sich nach mehreren Jahren ein neuer Komet ein, aus dessem Laufe dieselben Elemente folgen, so macht man den Schluß: dieser neue Komet sey kein anderer, als der wieder erschienene vorige, weil man nicht wohl annehmen kann, daß zwei verschiedene Weltkörper in einer und derselben Bahn sich bewegen.

Die ersten ordentlichen Kometen-Beobachtungen rühren von dem berühmten Astronomen Tycho de Brahe her, und zwar an dem Kometen vom Jahr 1577. Er schloß aus diesen Beobachtungen, daß der Komet viel weiter, als der Mond, von der Erde entfernt sey. Zwar nahm er die Bahn des Kometen für einen Kreis um die Sonne an; aber doch glaubte er, die Kometen verschwänden im eigentlichen Sinne auch wieder. Der noch berühmtere Kepler beobachtete den Kometen vom Jahr 1618; aus diesen Beobachtungen schien

unserm großen Astronom zu folgen, daß die Bahn desselben geradlinicht zwischen der Erde und Sonne hindurch anzunehmen sey. Uebrigens hielt er die Kometen für Körper, die im Entstehen begriffen sind und in dem Himmelsraume wie Fische im Meere herumschwimmen. Er glaubte auch noch an Vorbedeutungen solcher Himmelskörper, wegen seines Hanges zur Astrologie (oder Sterndeutekunst).

Mehrere damals und in der Folge bekannte Astronomen stimmten dem Kepler irrig bei. Hevelius, gleichfalls ein hochberühmter Mann, kam der Wahrheit etwas näher. Er nahm an, daß die Kometen aus andern Himmelskörpern in parabolischen Bögen fortgeworfen würden. Ihre Masse, glaubte er, bestände aus gewissen Theilen jener Himmelskörper.

Im Jahr 1680 erschien ein auffallend großer Komet, welcher allgemeines Schrecken verbreitete. Gottfried Kirch in Coburg sah

ihn am 4ten November zuerst. Dieser Komet bewegte sich mit beschleunigter Geschwindigkeit, welche am 30sten November täglich 5 Grade am Himmel betrug, gerade zur Sonne hin. Er näherte sich hierauf derselben etwas langsamer; zu Anfange Decembers erreichte er sie. Am 22sten December kam er wieder auf der andern Seite der Sonne zum Vorschein; er durchlief wieder täglich 5 Grade; nach und nach nahm auch seine Geschwindigkeit wieder ab. Erst in der Mitte März 1681 wurde er wieder unsichtbar. Die Ecliptik hatte er in zwei Punkten durchschnitten, welche 98 Grade von einander abstanden. Als er von der Sonne zurückkam, hatte sein Schweif eine Länge von 70 Graden. Er nahm also beinahe einen halben Himmelsbogen ein. Die Erde hatte zu dieser Zeit auch eine so bequeme Stellung, daß man des Kometen Annäherung gegen die Sonne sowohl, als auch seine Rückkehr, sehr gut beobachten konnte.

Am sorgfältigsten wurde dieser Komet von

Georg Samuel Dörfel, einem Prediger zu Plauen im Voigtlande, beobachtet, vorzüglich vom 29sten November an bis zu Ende Januars. Dörfel bewieß, daß der erschienene und wieder zurückgegangene Komet einer und derselbe sey; die Bahn desselben aber (wenigstens den sichtbaren Theil der Bahn) hielt er für eine Parabel, in deren Brennpunkte die Sonne liege. Newton, der berühmte Britte, bestätigte kurze Zeit darauf diese Dörfelschen Muthmaßungen.

Indessen wurde man doch bald darüber einig, daß die Kometenbahnen eigentlich Ellipsen seyn müssen, wie die Planetenbahnen — nur viel länglichter — und daß sich in dem einen Brennpunkte einer solchen Ellipse die Sonne befinden müsse, weil sonst die Kometen nie zur Sonne zurückkehren könnten *).

*) Je näher die Ellipse einem Kreise kommt, desto näher liegen ihre beiden Brennpunkte nach der Mitte zu beisammen; je mehr sie von einem Kreise verschieden oder je länglichter sie ist, desto entfern-

Eben weil die Sonne so weit von der Mitte der Bahn entfernt ist, so scheint der sehr kleine, der Sonne zu beiden Seiten so nahe Theil der Kometenbahn, in welcher bei uns der Komet sichtbar ist, parabolisch.

Merkwürdig war bei dem Kometen vom Jahr 1680 die große Nähe, in welcher er bei der Sonne vorüber gieng. Seine kleinste Entfernung von der Sonne betrug $\frac{1}{166}$ des Erd-Abstandes von der Sonne. Newton berechnete hieraus (nach eignen Grundsätzen der Wärmelehre), daß dann der Komet die Sonnenhitze 28000 mal stärker, als die Erde empfunden, oder daß die Erhitzung des Kometen die Hitze unseres glühenden Eisens 2000 mal übertroffen haben mußte. Allein wie hätte der Komet diese Gluth ertragen können, ohne ganz in Dämpfe aufgelößt zn werden? Dies zu erklären, dachte man sich den Kern des

---

ter liegen die Brennpunkte von einander und von der Mitte, und desto näher liegt jeder einzelne Brennpunkt an dem stärksten Krümmungsbogen.

Kometen von überaus großer Dichtigkeit und gleichsam von unvergänglicher Dauer.

Der berühmte englische Astronom Halley berechnete die Bahnen von 24 in den Jahren 1337 bis 1698 erschienenen Kometen, und brachte die berechneten Elemente der Bahnen in eine Tabelle. Er fand unter jenen Kometen drei, nämlich die von den Jahren 1531, 1607 und 1682, welche fast einerlei Elemente hatten. Hieraus schloß er, daß dies einer und derselbe Komet sey, welcher alle 75 bis 76 Jahre zurückkehrte. Die Wiederkunft dieses Kometen verkündigte Halley auf das Jahr 1759. Wirklich traf diese Wiederkunft glücklich ein; und dies gab denn über den Kometenlauf mehr Klarheit. Zwar erschien der Komet später, als er anfangs erwartet wurde; denn sein letzterer Umlauf dauerte 500 Tage länger, als sein Lauf in den Jahren 1607 und 1682. Diese Verspätung rührte aber, wie die Sternkundigen bewiesen, blos von der Anziehung des Jupiters und Saturns her, wodurch

der Komet in seinem Laufe gestört wurde. Hiernach zu rechnen, würde jener Komet um das Jahr 1834 wieder erwartet werden.

Halley bestimmte auch die Wiederkunft des großen Kometen vom Jahr 1680, und zwar auf das Jahr 2254. Er glaubte, daß dieser Komet 46 Jahr vor Christi Geburt, gleich nach dem Tode des Julius Cäsar, und um die Zeit der Sündfluth, erschienen seyn müsse. Er hielt diesen Kometen auch für die Ursache der Sündfluth, worin ihm andere, z. B. Whiston, beistimmten.

So hat man bis jetzt über hundert Kometen astronomisch beobachtet und ihre Bahn berechnet. Im Durchschnitt kann man annehmen, daß alle zwei Jahre ein Komet kommt; aber manche kann man nicht mit bloßen Augen sehen. Es können auch wohl manche Kometen blos am Tage aus der Tiefe des Himmels an der einen Seite der Sonne heraufkommen, sich vor ihr vorbeischwingen und auf der andern Seite wieder dahin zurückkehren, wo

sie herkamen, ohne von uns gesehen zu werden, weil das starke und glänzende Tageslicht das schwache Kometenlicht überwältigt. Manche mögen auch wohl bei trübem Wetter am Himmel erscheinen, so daß sie nicht von uns bemerkt werden.

Bisweilen durchläuft ein Komet während seiner Sichtbarkeit sehr große Bögen am Himmel. So durchlief der Komet vom Jahr 1769 einen Bogen von 240 Graden. Zuweilen verändert er seinen Ort am Himmel sehr wenig; zuweilen ist seine Bewegung äusserst schnell. Der Komet vom Jahr 1760 durchlief in einem Tage 41½ Grad. Es soll aber sogar Kometen gegeben haben, die in einem Tage eine Strecke von 120 Graden zurücklegten, folglich beinahe zehnmal so schnell als der Mond sich bewegten. Aber diese Schnelligkeit dauerte nur so lange, als sie der Erde sehr nahe waren; bald nachher nahm sie sehr ab.

Manche Kometen sind in ihrem Perihelium (ihrer Sonnennähe) der Sonne näher

gekommen, als selbst Merkur. Der Komet vom Herbst 1769 kam der Sonne achtmal näher, als die Erde. Und doch wurden hierdurch weder in dem Laufe des Merkurs, noch der Erde, merkliche Störungen erzeugt. Deswegen, und weil überhaupt durch alle bisherige Kometen der Planetenlauf nicht merkbar verändert worden ist, so durfte man wohl annehmen, daß die Masse der Kometen, selbst wenn sie sehr groß sind, sehr große Lockerheit oder Dünne besitzt. Indessen könnte es auch wohl seyn, daß auf die Kometen die Anziehungskraft der Erde und der übrigen Planeten eben so wenig wirkt, als der Magnet auf Holz eine Wirkung äussert.

Uebrigens ist es selten, daß Kometen zwischen der Sonne und der Merkursbahn hindurchgehen. Die meisten laufen zwischen der Sonne und der Erdbahn, besonders aber zwischen dem Merkur und der Venus hindurch.

Die Größe des Schweifes ist auch bei den größern Kometen (welche die Venus

an Größe übertreffen) sehr ungleich. Die Kometen von den Jahren 1456, 1460, 1618, 1680, 1744, 1769 und 1811 zeichneten sich durch vorzüglich lange Schweife aus. Diese Schweife erstreckten sich, der Länge nach, über ein Drittel, ja fast über die Hälfte des Himmelsgewölbes und waren viele Millionen Meilen lang. So berechnete man die Länge des Schweifs an dem Kometen von 1744 auf 7 Millionen Meilen, an dem Kometen von 1769 auf 20 Millionen Meilen. Nur an wenigen großen Kometen bemerkte man gar keine Schweife.

Von der Sonne wendet jeder Komet seinen Schweif gerade hinweg. Eilen aber diese Himmelskörper aus ihren oft ungeheuren Entfernungen zu der Sonne heran, so schleppen sie (für unser Auge) ihre Schweife immer schief hinter sich drein; auf ihren Rückwegen hingegen strecken sie ihre Schweife eben so schief vor sich hinaus. Wenn daher ein solcher Schweif zuweilen etwas krumm erscheint, so

kommt dies blos daher, weil er etwas langsamer geht, als der Komet selbst.

Je näher ein Komet der Sonne kommt, desto größer erscheint nicht nur sein Kopf, sondern auch desto länger wird sein Schweif. Alsdann ist er immer entweder gleich nach Sonnen-Untergange nahe am Horizonte in Westen, oder kurz vor Sonnen-Aufgange ganz tief in Osten zu sehen.

Mit bloßen Augen sieht man den Schweif des Kometen immer am besten; durch gute Fernröhre nimmt man ihn fast gar nicht wahr. Denn weil diese Werkzeuge uns das Bild des Schweifs viel näher ans Auge bringen, so wird er uns dadurch sehr weitläuftig dargestellt. So sehen wir ihn mehr seiner wahren Natur nach, nämlich sehr locker und durchsichtig. Es hat hiermit dieselbe Bewandniß, wie mit einem Haufen feiner Dünste, z. B. mit einem Nebel, den man in der Ferne immer viel besser, als in der Nähe sehen kann. Eine Wolke, die uns als eine dichte Masse erscheint, sieht

immer lockerer aus, je näher wir ihr kommen. Gelangen wir in die Wolke hinein (z. B. auf hohen Bergen), so wundern wir uns über ihre Lockerheit, welche es erlaubt, daß wir mehrere Schritte um uns herum alle Gegenstände, die der Nebel umhüllt, deutlich sehen können.

Wenn man auch durch gute Fernröhre in den meisten Fällen den eigentlichen Kern oder Körper des Kometen von der dunstigen Hülle unterscheidet, die ihn umgiebt, so erscheinen doch manche Kometen so ganz als Dunst, daß überall Fixsterne durch ihn hindurchschimmern. Nähert sich der Komet auf seinem Laufe der Sonne, so sieht man den Kern an dieser Seite seine Rundung verlieren und sich gleichsam in Dunst auflösen. Dieser Dunst vergrößert die leuchtende Hülle des Kopfes und verlängert auch den Schweif. Oft erscheint auch der Kern so aufgelößt, daß man gar keinen Kopf mehr unterscheidet.

Die Beobachtungen, welche an dem Komet

des

des Jahres 1744 angestellt wurden, lieferten folgende Resultate.

Man sah den Komet zu Anfange jenes Jahres erst sehr deutlich mit Kopf und Schweif nach Sonnen-Untergange. Am 16ten Januar erschien der Kopf in Gestalt eines lichten fast sichelförmigen Dunstes, und noch sah man den Kern deutlich in der Mitte des Kopfes. Am 11ten Februar erblickte man in diesem dünnen Dunste einen dichtern, welcher aus dem Kerne gegen die Sonne aufgestiegen und von den Strahlen derselben rings um dem Kern herum hinterwärts fortgetrieben war. Am 19ten Februar lößte sich wieder ein Stück von dem Kerne auf. Dieses wurde in dem feinern Dunste des Kopfes ebenfalls von den Sonnenstrahlen nicht nur weiter ausgedehnt, sondern auch rings um den Kern herum hinten in den Schweif getrieben. Noch mehr zerstückelt oder aufgelößt erschien derselbe Kern den 27sten Februar. Endlich senkte sich der Komet in das Abendroth und war hierauf nicht mehr zu sehen. — Die sehr lockere Masse dieses

Himmelskörpers war wohl durch die ganze Beobachtung außer Zweifel gesetzt.

In dem Kometen vom Jahr 1788 konnte Herschel, auch durch die stärksten Vergrößerungen, keinen Kopf erkennen, obgleich er ihn hätte wahrnehmen müssen, wenn er auch nur 1 Sekunde im Durchmesser gehabt hätte.

Gewöhnlich erscheint der Komet sehr verändert, wenn er von der Sonne zurückkommt; der Kern ist dann fast ganz verschwunden und alles ist nur dichte leuchtende Atmosphäre und Schweif. Letzteren sieht man nun sehr verlängert, wenn die Stellung der Erde dies wahrzunehmen gestattet. Die genauesten Beobachtungen lassen immer auf die Entstehung der leuchtenden Atmosphäre und des Schweifes aus der Auflösung des Kerns schließen.

Die Kometen müssen also wohl aus einer Materie bestehen, welche durch die Einwirkung der Sonne in Dünste aufgelößt wird. Diese Dünste häufen sich bei Annäherung des Kometen zur Sonne immer mehr um dem Kopfe herum an

und ungeheuer viele von ihnen werden in dem viele Millionen langen Schweife fortgetrieben. In großen Entfernungen von der Sonne können diese Theile vielleicht wieder auf den Kometen zurückfallen, so daß derselbe nun ohne Schweif und ohne Dunsthülle erscheint.

Der große Lichtenberg (bei seinen Lebzeiten Professor in Göttingen) hegte die Vermuthung, daß die Kometen entweder nur Nebel wären, welche uns in der Mitte dichter erschienen, oder doch zuletzt zu solchen Nebeln würden. Es ließe sich, meint er, ihre völlige Erleuchtung, auch wenn ihre Materie an sich dunkel wäre, wegen ihrer Feinheit leicht begreifen. Der französische Naturforscher Mairan hatte früher vermuthet, die Schweife beständen aus dem Zodiakallichte (Thierkreislichte), welches er für die Sonnen-Atmosphäre annahm; er glaubte, die Kometen zögen dieses Licht an sich, indem sie sich der Sonne näherten; der Stoß der Sonnenstrahlen selbst aber triebe es von den Kometen abwärts.

Einige Naturforscher erklären sich diese ganze Erscheinung auf folgende Art.

Die Kometen bestehen aus höchst feinen phosphorischen Theilen, die nicht fest an einander hängen, sondern sehr locker sind, so, daß die Sonnenstrahlen sie in die heftigste Gährung bringen und auflösen, auch mit sich fortreißen. So können selbst lange Schweife daraus entstehen. Sind die Kometen weit von der Sonne entfernt, so können die Strahlen der Sonne diese phosphorischen Dämpfe freilich nicht hinreichend auflösen und sie nicht weit mit sich fortführen; folglich können sie auch keine lange Schweife daraus bilden. Kommen sie aber der Sonne näher, so dringen die Lichtstrahlen mit viel größerer Gewalt in sie ein. Sie bringen nun die Masse, selbst bis zur Mitte, wo die Kometen am dichtesten sind, in eine solche Wallung, daß alles an ihnen gleichsam zu kochen scheint, und in äusserst lockern Dämpfen sich weit herum ausbreitet.

Nach den Berechnungen eines der größten Astronomen ist die Masse der Kometen so ausser-

ordentlich dünn und fein, daß ein mehr als 30 Millionen langer und verhältnißmäßig breiter Schweif mit einer hohlen Hand umfaßt werden könnte, wenn man ihn so dicht wie Stein zusammendrückte. Daß aber der Kern, wenn er auch viel dichter ist, aus derselben Materie, wie der Schweif, besteht, ist wohl aus der Art und Weise klar, wie der Schweif von den Sonnenstrahlen aus ihm gebildet wird.

Herr Wünsch meint, die Kometen könnten ihr Licht deßwegen nicht allein von der Sonne nehmen: erstens, weil sie weit feinerer Natur als unsere Luft, und daher nicht im Stande wären, die Sonnenstrahlen merklich zu reflectiren, vielmehr besser noch, als unsere atmosphärische Luft die Sonnenstrahlen hindurchließen; und zweitens, weil auch die hintere, von der Sonne abgekehrte Seite des Kerns leuchtet und zwar so hell, wie die vordere, statt daß er sonst einen Schatten hinter sich werfen sollte, wenn wir ihn blos vermöge des Sonnenlichts sähen. Auch der Schweif wäre ja ganz nahe hinter dem Kerne hell.

Er glaubt daher, mit noch einigen andern Astronomen, die Kometen hätten ein eignes Licht, welches aber von dem Lichte anderer selbstleuchtender Körper eben so sehr verschieden seyn könnte, als z. B. das aus dem faulen Holze hervorbrechende Licht von dem Lichte einer brennenden Kerze verschieden wäre. Da nun Phosphoren oder solche feine Materien in der Welt existiren, welche, wenn sie eine Zeitlang von dem Sonnenlichte oder einem andern hellen Lichte erleuchtet werden, hernach noch einige Zeit (bald mehr, bald weniger lang) im Dunkeln fortleuchten, so möchten wohl, nach jener Naturforscher Ansicht, die erwähnten feinen Bestandtheile der Kometen aus solchen phosphorischen Dämpfen bestehen, welche des Nachts desto stärker leuchten, je näher und je längere Zeit sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind.

Nun meint Herr Wünsch ferner, daß eben so, wie die Planeten, ihrem Körper nach, dem Sonnenkörper ähnlich zu seyn scheinen, die Kometen wohl der Atmosphäre der Sonne ähnlich

seyn und vielleicht ihren Ursprung aus derselben genommen haben möchten. Er betrachtet sie daher als leuchtende Meteore (oder Erscheinungen) der Sonnen-Atmosphäre, die deswegen so ausserordentlich groß und von einer sehr langen Dauer wären, weil die Sonne selbst, besonders ihre Atmosphäre, so ausserordentlich groß ist. Aber Jahrtausende könnte dann wohl schwerlich ein Komet dauern. Denn so oft sie von den entfernten Gegenden des Himmels hereinkämen, so oft verlören sie von ihrer Masse bald mehr, bald weniger, je nachdem sie nahe bei dem einen oder andern Planeten vorbei geriethen. Viele Theilchen derselben, am Ende der Schweife, zerstreuten sich auch im leeren Himmelsraume deswegen, weil da die Schweife ihren Köpfen nicht schnell genug nachfolgen könnten. So würden — meint er — wahrscheinlich alle Kometen nach und nach gänzlich zerstreut und zerstört. Aber ihre zerstreuten Theile würde der Schöpfer auch wohl immer aufs Neue sammlen, um weit über der Saturnsbahn, bis wohin die Sonnen-Atmo-

sphäre sich noch erstreckte, neue Kometen daraus zu bilden.

So viel einleuchtendes diese Erklärungsart in mancher Hinsicht auch hat, so stimmen ihr doch die meisten Astronomen nicht bei. Aber das kann, aus allen weiter oben angeführten Thatsachen, Niemand leugnen, daß die Massen der Kometen viel lockerer sind, als die Massen der Planeten, und daß ihre Materie bei Annäherung zur Sonne, wenigstens größtentheils, in Dünste verwandelt wird. So erzeugen sich um dem Kometen herum Atmosphären von eigenthümlichen sehr feinen Theilchen mit Lichtmaterie untermischt, oder von einer eigenen Lichtsphäre umgeben. — Uebrigens sind die Kometen wahrscheinlich von sehr verschiedener Beschaffenheit.

Der berühmte Bode zu Berlin machte sich von den Kometen folgende Vorstellung:

Die Sonne ist ein in Lichtmaterie eingehüllter Weltkörper, der stets unendlich viel von dieser Lichtmaterie bis zu den entlegensten Gränzen seines Gebiets fortströmen läßt (S. 134 f.) Die

Wirkung, welche diese Lichtmaterie auf den Kometen hervorbringt, muß ganz anders, als diejenige seyn, welche sie auf den Planeten erzeugt, weil die Kometen in sehr gedehnten Bahnen (in den länglichten Ellipsen) aus einer ungemessenen Ferne zuweilen tief zur Sonne hinab kommen. Bei dieser schnellen Annäherung reißen sich überall von dem Kometen gewisse Theile los, die in den entlegenen Gegenden ihrer Bahn einen unentbehrlichen Nutzen verschafften, auch vielleicht zur Hervorbringung der nöthigen Wärme erforderlich waren, bei einem viel stärkern Einfluß der Sonne hingegen wohl überflüssig seyn mußten. Hieraus entstand denn der um den Kometen sich zeigende Nebel. Ihrer Natur nach flohen diese Theile der nahen Sonne, sammelten sich größtentheils hinter ihrem Hauptkörper an der von der Sonne abgekehrten Seite an, und zogen sich da zu sehr ansehnlichen Weiten der Länge nach hin. So wurde der Schweif gebildet, welcher dem Kometen folgt, wenn er zur Sonne eilt, vor demselben aber hergeht, wenn der Komet von der Sonne zurückkommt.

Manche ältere Naturforscher hielten die Kometen für brennende Körper und ihre Schweife und Lichtnebel für Rauch und Dampf. Andere meinten, die Kometen seyen von der Sonne ausgeworfene, oder aus planetarischen Stoffen niedergeschlagene Körper, die nach und nach vielleicht in Planeten selbst verwandelt würden. Noch früher hat man sie ziemlich allgemein für bloße Lufterscheinungen (wie unsere Sternschnuppen und Feuerkugeln), für Ausdünstungen der Erde und anderer Planeten angesehen. Allein schon daraus, daß sie während der Zeit ihrer Erscheinung täglich auf- und untergehen, und daß man sie aus allen Orten der Erde zu derselben Zeit und unter denselben Fixsternen sieht, hätte man schließen sollen, daß sie weit, wenigstens weiter als der Mond, von uns entfernt seyn müssen. Man achtete aber nicht hierauf und beobachtete sie nicht genau genug. Erst Tycho de Brahe nahm schärfere Beobachtungen mit ihnen vor, und wurde dadurch auf ganz andere Ansichten geleitet.

Von der Zeit an, wo man die Kometen unter die Zahl der Weltkörper gesetzt hatte, welche den Himmelsraum nach allen Richtungen durchkreuzten, wurde bei den Erdbewohnern die Sorge erzeugt, es möchte einst einmal ein Komet an die Erdkugel anstoßen und nicht etwa nur einzelne Länder in Brand stecken, sondern sie aus ihrer Bahn herausschieben und dadurch den jüngsten Tag veranlassen.

Die Unmöglichkeit der Zusammenkunft eines Kometen mit unserer Erde kann man freilich nicht beweisen. Aber so viel ist gewiß, daß von allen denjenigen Kometen, welche während vieler Jahrhunderte gesehen worden sind, kein einziger je an die Erde stoßen wird. Nach des berühmten Pariser Astronomen Lalande's Behauptung können 7 bis 8 Kometen der Erde einmal ganz nahe kommen. Sollten diese aber im Stande seyn, gewaltsame Erschütterungen und Zerstörungen auf der Erde zu bewirken, so müßten folgende Umstände zu gleicher Zeit zusammentreffen: Erst müßte einer der Knoten des Kome-

ten genau im Umfange der Erdbahn liegen, und dann müßte in demselben Augenblicke, wo der Komet in diesem Knoten wäre, auch die Erde auf ihrer Bahn daselbst ankommen. Das Zusammentreffen dieser Umstände in demselben Augenblicke ist aber sehr unwahrscheinlich.

Es könnte aber doch ein noch nie gesehener Komet existiren, dessen Bahn genau die Erdbahn durchkreuzte? Hier können wir freilich wieder die Unmöglichkeit nicht beweisen. Aber wenn man sich die Unermeßlichkeit des Himmelsraums denkt, und dagegen die Weltkörper darin, folglich auch die Kometen, als kleine Punkte (Th. I. S. 4 f.), so wäre wieder ein ausserordentlicher Zufall erforderlich, welcher das Zusammenstoßen so kleiner Punkte bewirkte.

Gesetzt, die Kometen wären **Weltkörper von ähnlicher Masse, wie unsere Erde, oder wie andere Planeten**, so würde freilich das **Anrennen** dieser Körper an einander die furchtbarsten Zerstörungen hervorbringen. Gesetzt aber, ein solcher Komet, der mit ei-

einer gegen die übrigen Weltkörper verhältniß-mäßig starken Anziehungskraft versehen wäre, käme der Erde nur sehr nahe, ohne sich auf dieselbe herabzustürzen, welche Verheerungen und Erschütterungen könnte er dann auf der Erde anrichten?

Wir wollen einmal annehmen, der Komet hätte die Größe der Erde und er nahete sich derselben bis auf 13,290 Meilen. Alsdann könnte er freilich durch seine Anziehungskraft die Wasser des Oceans gegen 12000 Fuß hoch emporheben und so eine allgemeine Ueberschwemmung verursachen. Durch dieselbe Kraft eines nahen Kometen könnte aber auch die Erde etwas aus ihrer Bahn verrückt werden. Um indessen beides zu bewirken, so müßte man annehmen, daß der Komet längere Zeit in der Nähe der Erde bliebe. Dies ist aber nicht sehr wahrscheinlich, weil er sich, da er zugleich in der Sonnennähe wäre, fast anderthalbmal geschwinder, als die Erde bewegen würde. Folglich würde er in einer Sekunde schon 2, in einer

Minute 120, in einer Stunde 7200 Meilen an der Erde vorbei laufen. Alsdann würden sich Erde und Komet bald wieder von einander entfernen, so daß auch die etwa emporgehobenen Wasser bald wieder zurücksinken müßten, noch ehe sie ganz verderbliche Verheerungen verbreitet hätten.

Unter den bisher erschienenen Kometen hielt man bisher immer den vom Jahr 1680 für einen der gefährlichsten, weil er der Erde am nächsten käme, obgleich er in seiner größten Nähe noch hunderttausend Meilen oder noch einmal so weit, als der Mond, von uns entfernt bliebe. Nur wenn er eine weit stärkere Anziehungskraft als der Mond hätte, könnte er auf einige Zeit Verheerungen, wie die oben angeführten, hervorbringen. Nun aber braucht dieser große Komet, wenn er wiederkehren sollte, 575 Jahre zu seinem Umlaufe. Bei dieser so späten Wiederkunft kann die Erde immer in andern Punkten seiner Bahn seyn, wo keine Gefahr statt findet. Setzte man diese Punkte um einen Tag von einander, so

würde erst nach 365 Umläufen, oder nach mehr als 200,000 Jahren, wieder die Wahrscheinlichkeit eintreten, daß die Erde mit diesem Kometen am nächsten zusammen komme.

Von den andern uns bekannten Kometen glaubte man, sie wären nicht so groß, oder kämen unserer Erde nie so nahe, als der vom Jahr 1680. Aus diesen Gründen schon hielt man die Furcht vor Kometen für ganz unnöthig.

Indessen hat der große Astronom Olbers in Bremen erst vor Kurzem der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London eine Reihe von Berechnungen überschickt, aus welchen hervorgeht, daß nach 8800 Jahren ein Komet so nahe an die Erde kommen wird, als jetzt der Mond von ihr entfernt steht, daß in 4 Millionen Jahren ein anderer erscheint, der kaum 3 bis 4 Meilen von der Erde entfernt seyn wird, und endlich in 120 Millionen Jahren ein dritter, der unmittelbar mit der Erde zusammen stoßen wird. Dies können wir wohl ruhig abwarten!

Bedenkt man nun noch dazu, daß die Kome-

ten eine so ungemeine Lockerheit besitzen, daß sie aus einem so äusserst leichten Stoffe bestehen (wie sie weiter oben dargestellt sind), aus einem Stoffe, der noch nie durch seine Anziehungskraft Störungen an Weltkörpern, woran sie vorüber zogen, veranlaßt hat: so möchte wohl die Furcht vor ihnen noch unstatthafter seyn. Wenn auch ein Komet mit seinem Kopfe auf unsere Erde herabstürzte, so würde sich wahrscheinlich der Komet nur selbst zerstören und sich in der Erd-Atmosphäre als ein dünner Dunst auflösen.

Da die Schweife der Kometen nicht nur, wie wir wissen, sehr lang sind, sondern sich auch nach ihrem hintern Ende hin weit ausbreiten, so wäre es wohl möglich, daß sich die Erde einmal durch einen solchen Schweif hindurchschwingen müßte. Wir würden diese Begebenheit aber wohl eben so wenig bemerken, als den Durchgang der Erde durch die Atmosphäre der Sonne; und sehen würden wir sie nicht, weil der Komet in diesem Falle sich immer gerade zwischen der Erde und Sonne hinbewegt und dann seinen Schweif

gerade gegen die Erde wendet. Wegen des Tageslichtes kann dieser nun nicht sichtbar seyn. Indessen läßt es sich wohl denken, daß die Kometenschweife, wenn sie auf der Erde hinstreichen, in unserer Atmosphäre ganz ungewöhnliche Lufterscheinungen hervorbringen können, weil dann ohne Zweifel eine Menge ihrer Bestandtheile in unserer Atmosphäre hängen bleiben.

Ueber den Zweck der Kometen in dem großen Weltgebäude läßt sich freilich nichts bestimmen. Aber nothwendig zur Erhaltung desselben müssen sie doch wohl seyn, sonst würde sie Gott gewiß nicht erschaffen haben. Wären sie, die lokkern luftigen Weltkörper, bewohnt, so müßten die lebendigen Wesen darauf freilich von eben so luftiger, ätherischer oder geistiger Art seyn.

Sieben und zwanzigstes Kapitel.

Die Perturbationen der Himmelskörper.

Erst späterhin wird es deutlich gemacht werden, daß deswegen der Mond um die Erde läuft, alle Planeten sich um die Sonne drehen, weil zwei Kräfte, eine anziehende und eine abstoßende, darauf wirken. Wenn eine Kraft (die anziehende) einen Körper in jedem Augenblicke nach einem gewißen Punkte hintreibt, eine andere Kraft (die abstoßende) zu gleicher Zeit ihn von dem Punkte abtreibt, so kann der Körper weder nach dem Punkte hinkommen, noch von demselben hinwegfliegen, sondern er muß um den Punkt sich herumbewegen. Die Erde zieht, vermöge ihrer starken anziehenden Kraft, den Mond an sich und erhält ihn dadurch gleichsam zu ihrem Dienste. Die Sonne zieht, vermöge einer noch viel stärkern anziehenden Kraft, alle Planeten an sich. Die abstoßende oder abtreibende Kraft hat der Schöpfer den kreisenden Weltkörpern gleich bei der Erschaffung derselben gegeben, und diese Kraft dauert in ihrer Wirkung (wegen des Beharrungsvermögens) noch immer in ihnen fort.

Die anziehende Kraft jedes Körpers ist um so viel stärker, je größer und dichter er selbst, oder je größer seine Masse ist. Da ferner die anziehende Kraft wie das Quadrat der Entfernung abnimmt (eben so wie das Licht, S. 216. Anm.), so ist sie in ihren Wirkungen auf einen Körper desto stärker, je näher dieser Körper dem Urquell der Kraft liegt. Hieraus springt der Grund in die Augen, warum die anziehende Kraft der Sonne, welche viel mehr Masse, als alle Planeten zusammen besitzt, noch immer auf die entferntesten Planeten wirken und sie in großen Bahnen um sich herum schleudern kann. — Die anziehende Kraft der Fixsterne hingegen ist, wegen ihrer ungeheuren Entfernung, nur unmerklich auf unsern Planeten zu wirken im Stande.

Wenn nur ein einziger Planet um die Sonne liefe, so würde seine elliptische Bahn immer gleich seyn; er würde, vorausgesetzt, daß die Sonne ruhte, nach jedem Umlaufe zu demselben Punkte im Weltraume zurückkehren. Da nun aber mehr Planeten um die Sonne sich bewegen, so wirken diese, vermöge ihrer anziehenden Kräfte, immer so auf einander, daß immer kleine *Störungen* oder *Perturbationen* dadurch hervorkommen. Und diese Störungen erzeugen manche kleine Aenderungen in dem Laufe der Planeten, be-

sonders Schwankungen in der Lage und in der Figur der Bahnen. Freilich sind diese Störungen so unbedeutend, daß sie den Zustand des Planetensystems im Ganzen nicht erschüttern können; aber auch wieder so bedeutend, daß der Astronom, welcher den Lauf der Himmelskörper genau bestimmen muß, sehr ernstlich mit Rücksicht darauf zu nehmen hat.

Zwar kann man die Stärke der anziehenden Kraft einiger Planeten erst aus ihren Wirkungen schließen und darnach jene Störungen berechnen; indessen kennt man doch die anziehende Kraft der größten Planeten, des Jupiters, Saturns und Uranus, genau aus der Bewegung ihrer Trabanten. Die verhältnißmäßig kleinen Wirkungen der übrigen Planeten kann man abgesondert betrachten. Und so ist man im Stande, die Kraft, mit welcher sie Bewegungen ändern, leichter aus den beobachteten Aenderungen selbst herzuleiten.

Die Erde hat vornämlich von der Anziehung des so großen Jupiters einige Störungen zu erdulden. Unser Mond wird von unserer Erde am stärksten angezogen; gegen die Sonne hat er eine viel geringere Schwere. Doch auch sie ändert seinen Lauf bedeutend ab. — Die neuern Astronomen haben die Wirkungen der Perturbationskräfte so genau bestimmt, als es nur möglich war.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Taf. I.

Fig. 1.

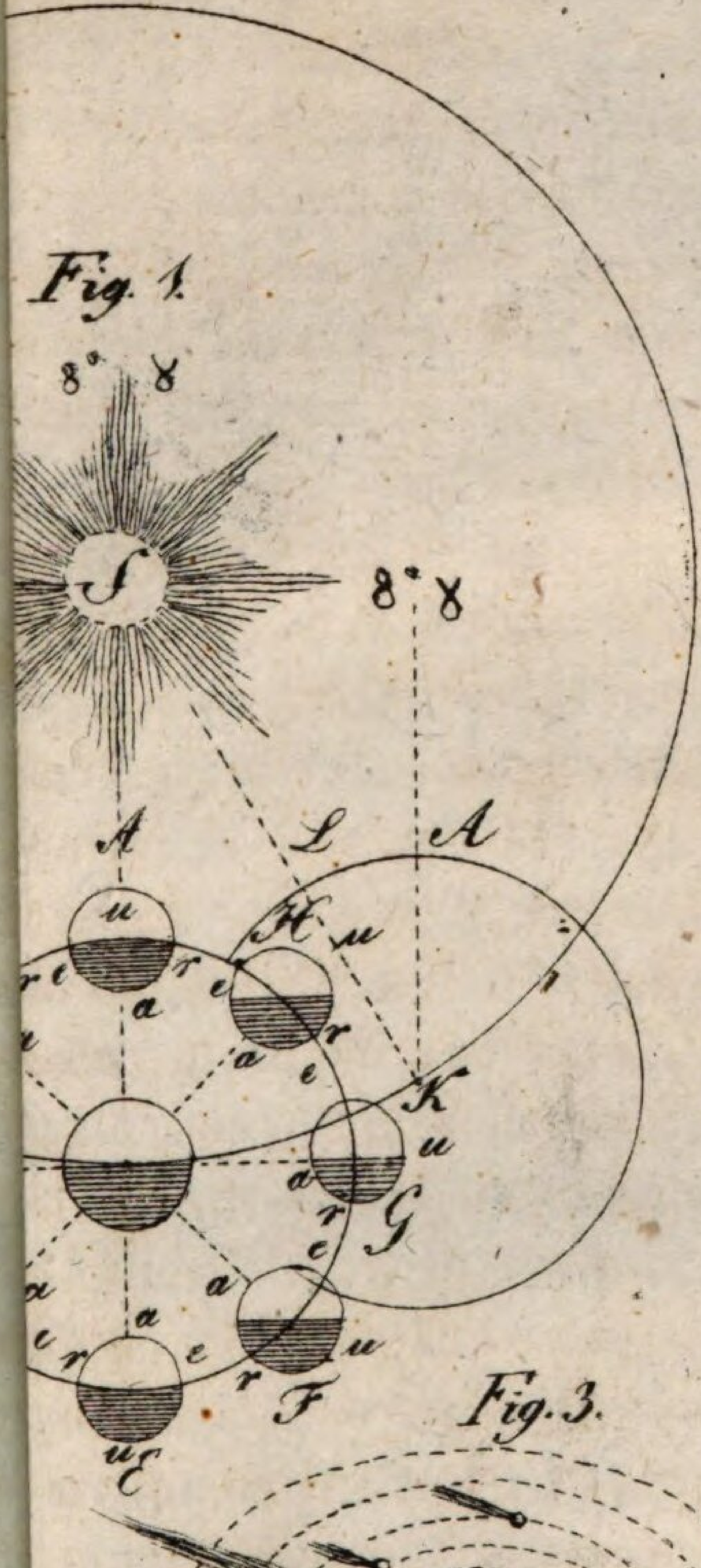
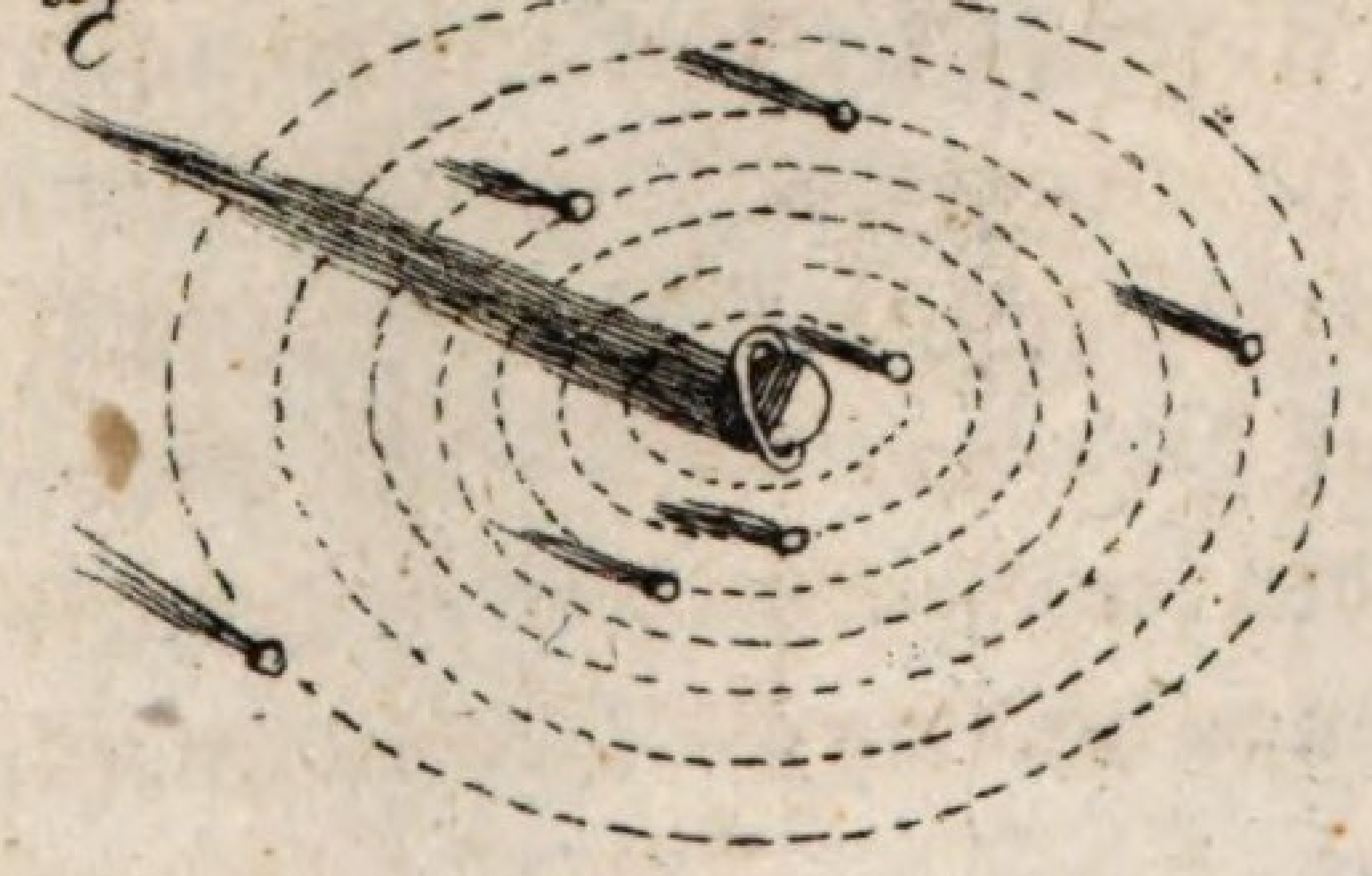


Fig. 3.



Taf. II.

Fig. 2.

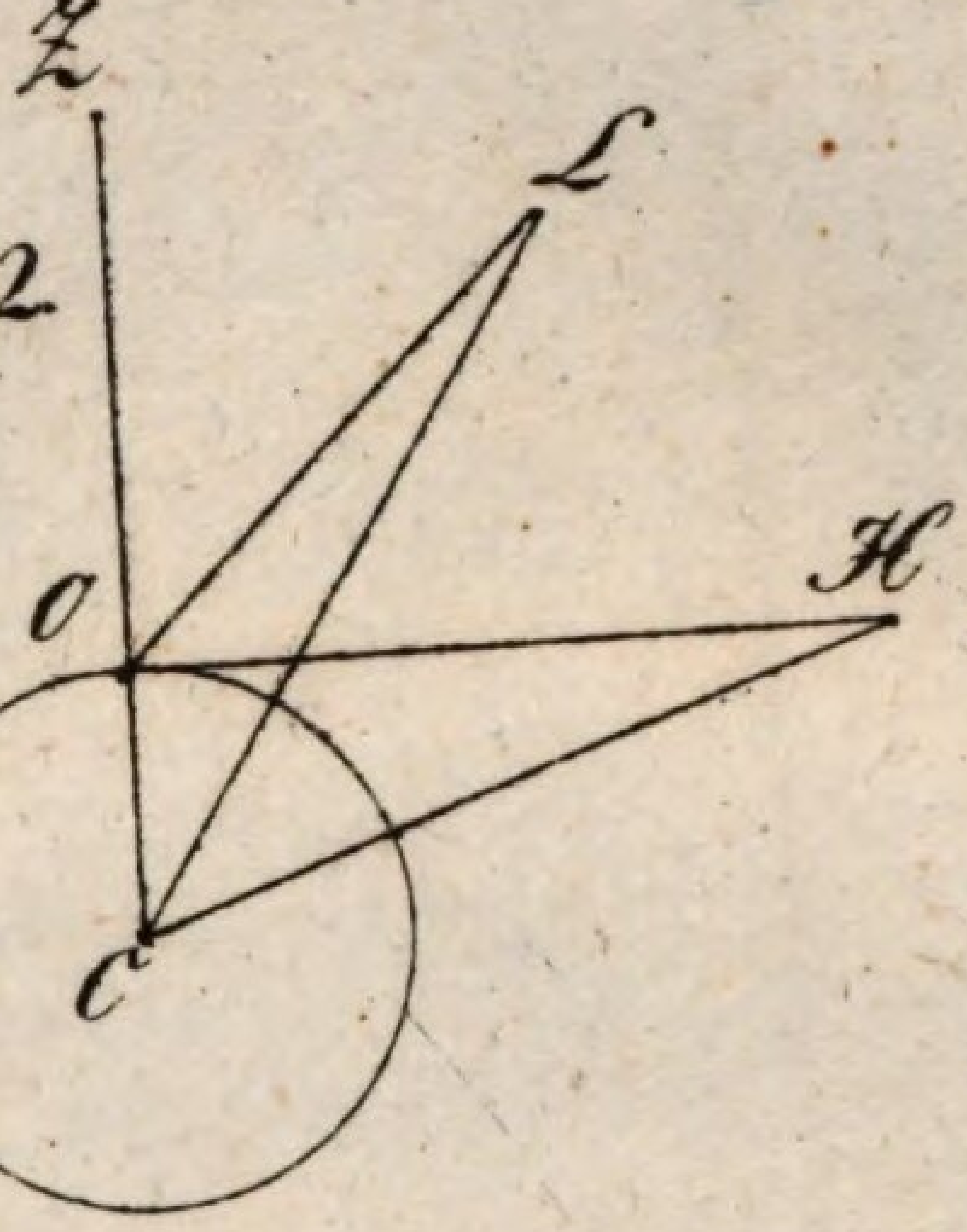
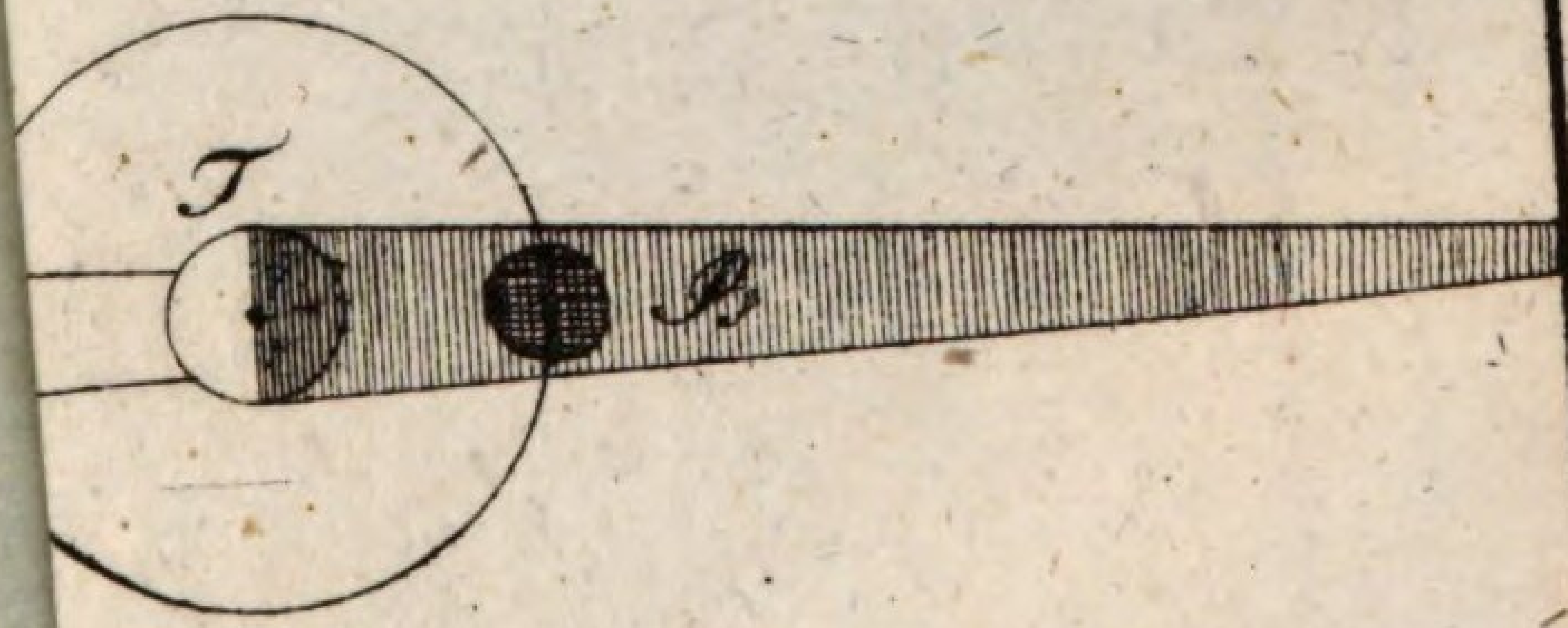
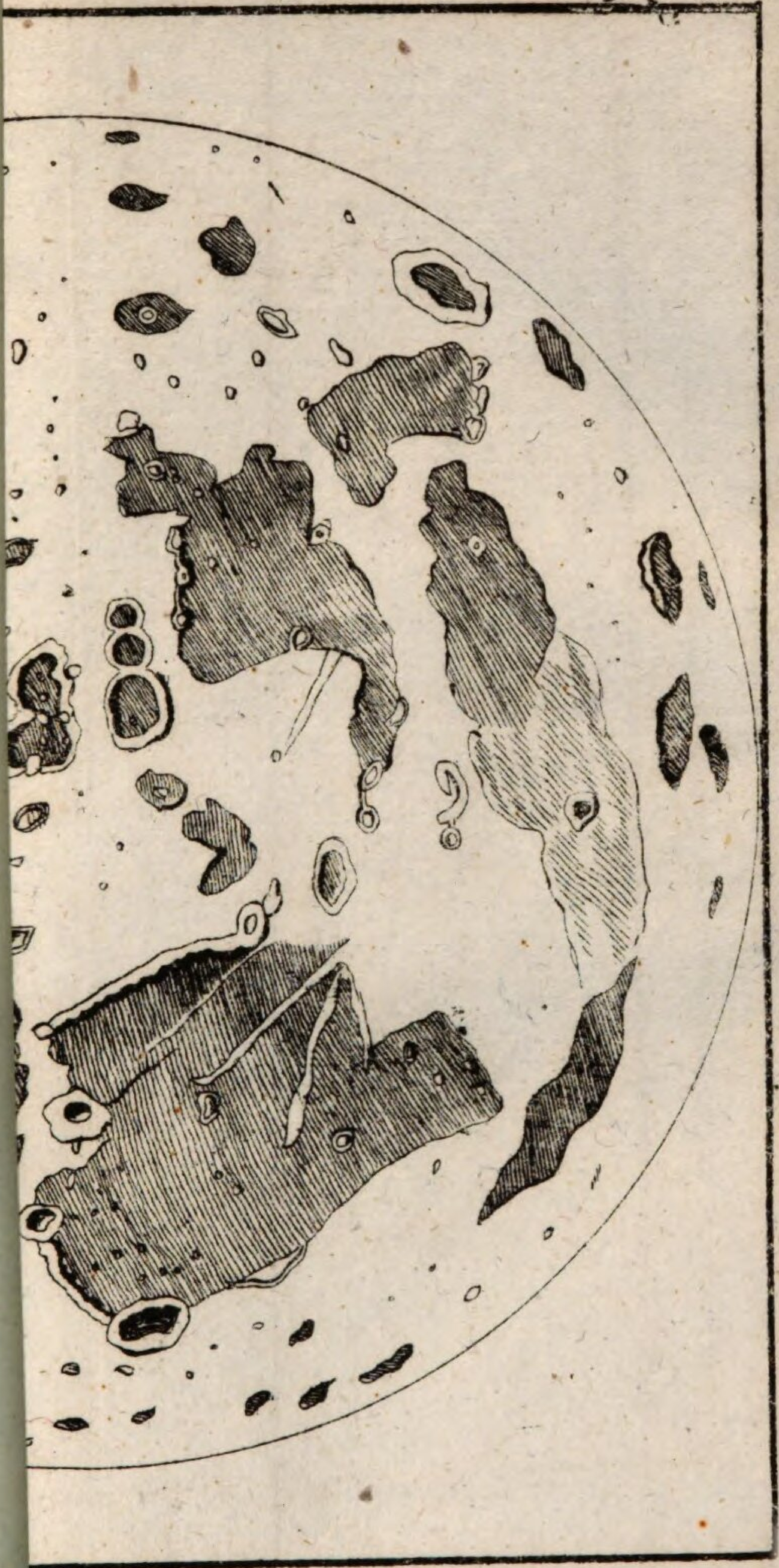


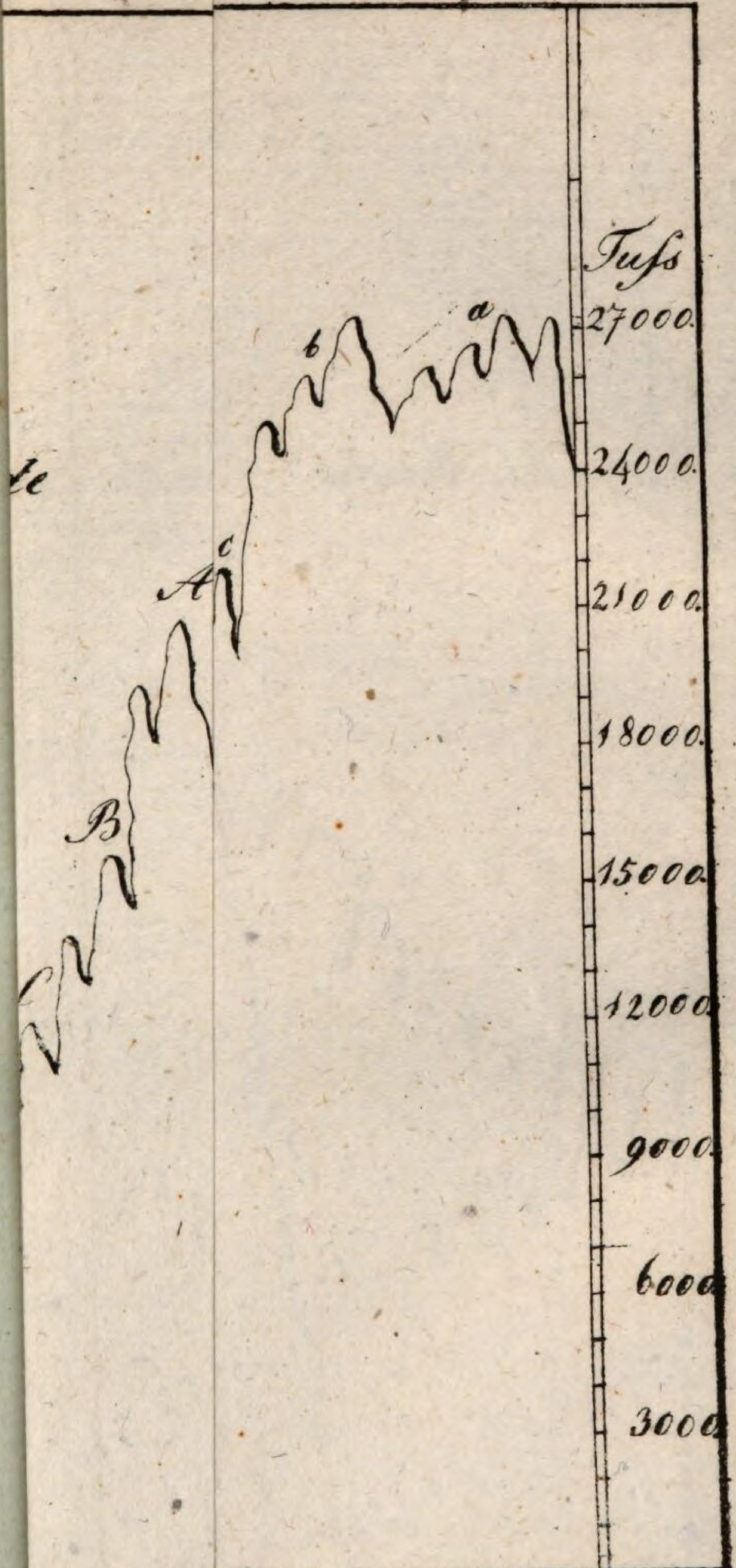
Fig. 3.



Taf. III.

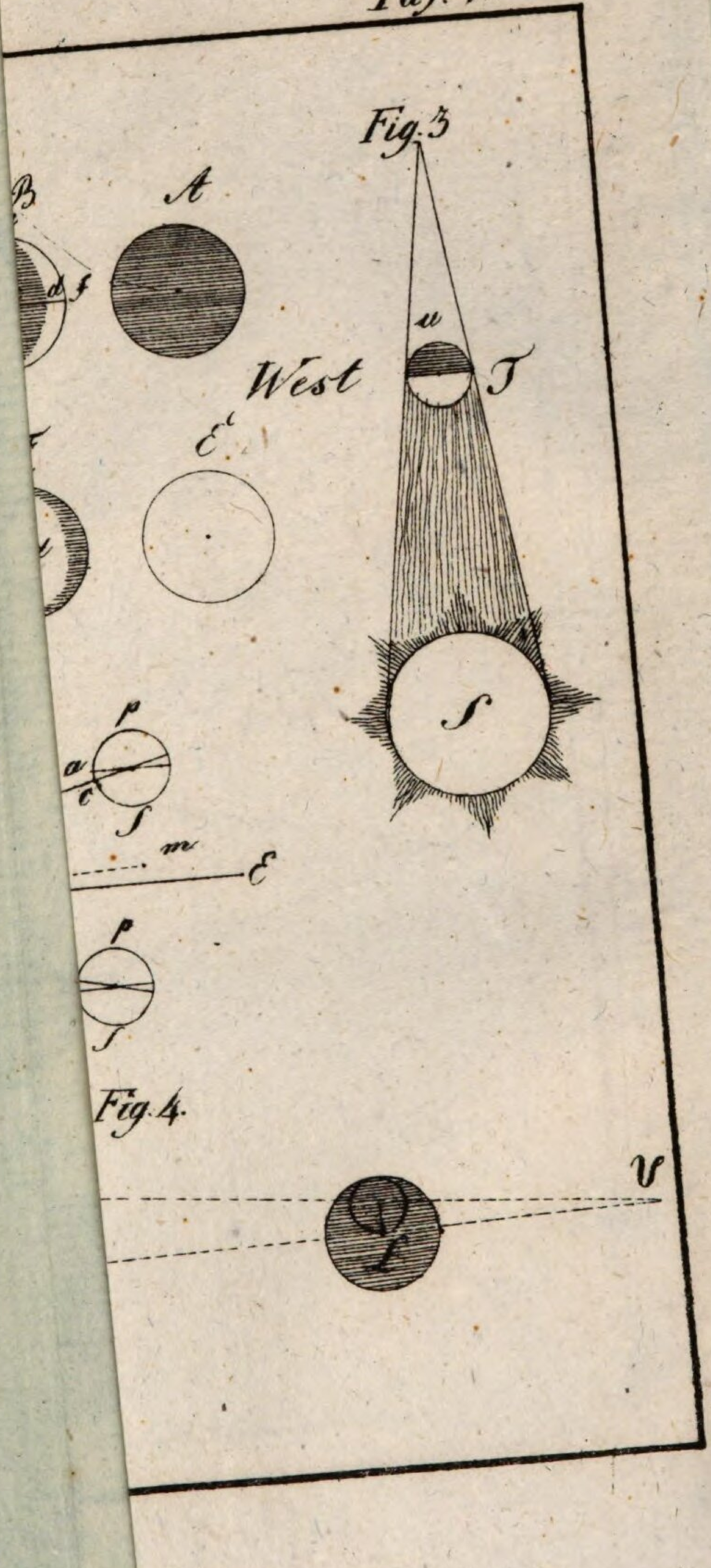


Taf. IV.



Fuſs
27000.
24000.
21000.
18000.
15000.
12000.
9000.
6000.
3000.
a
b
c
A
B
C
le

Taf. V.



Taf. VI.

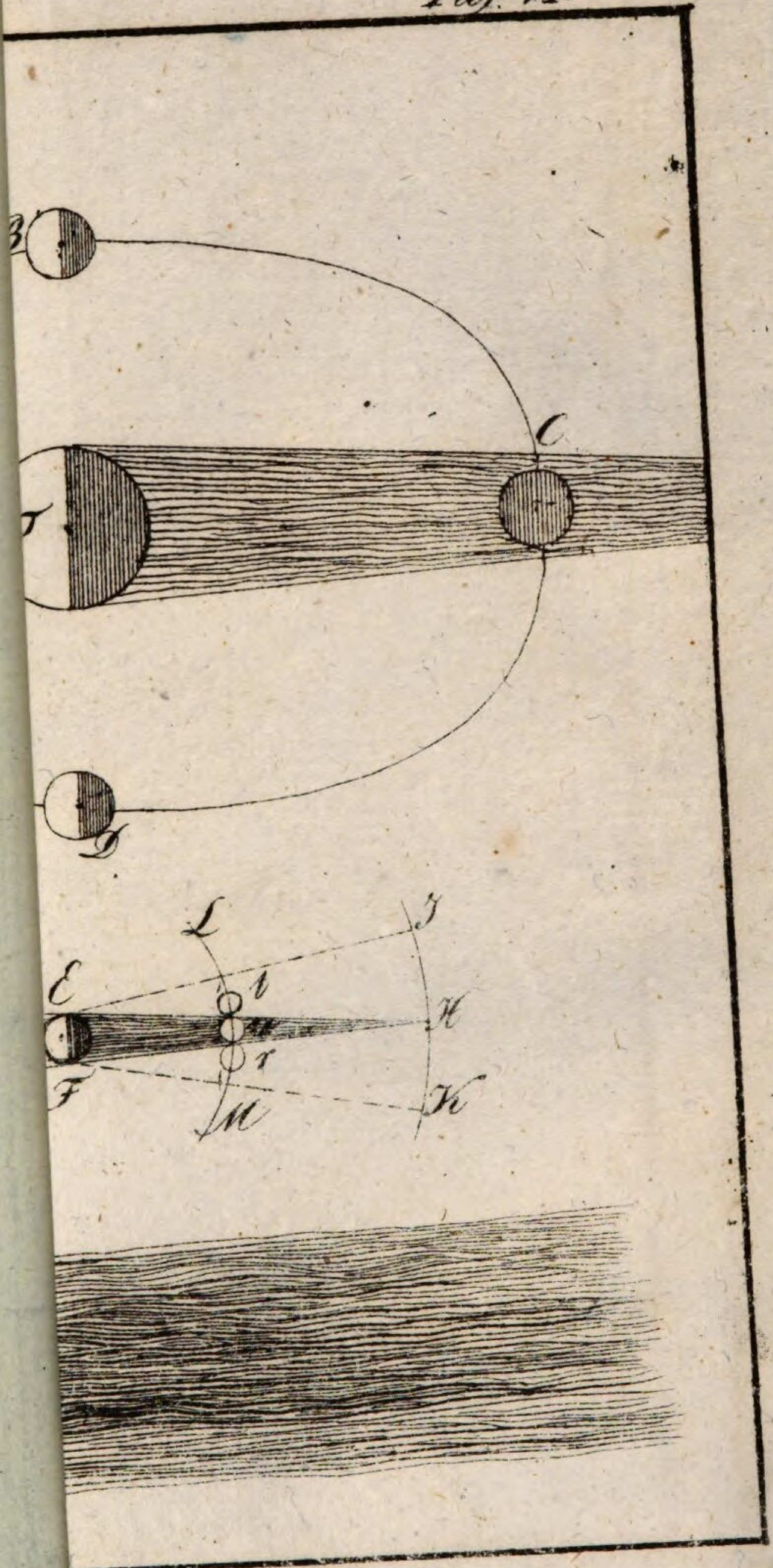


Fig. 2.

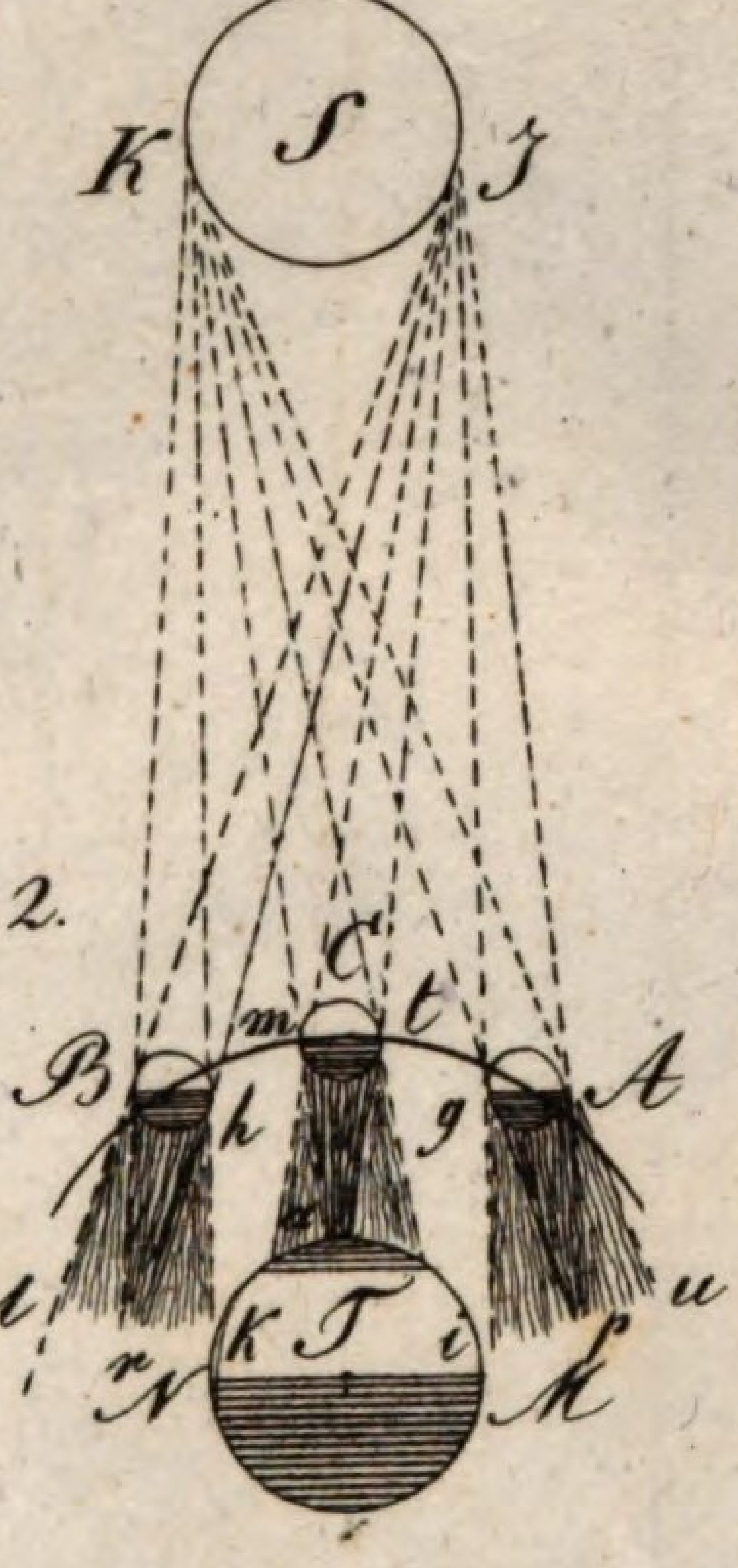
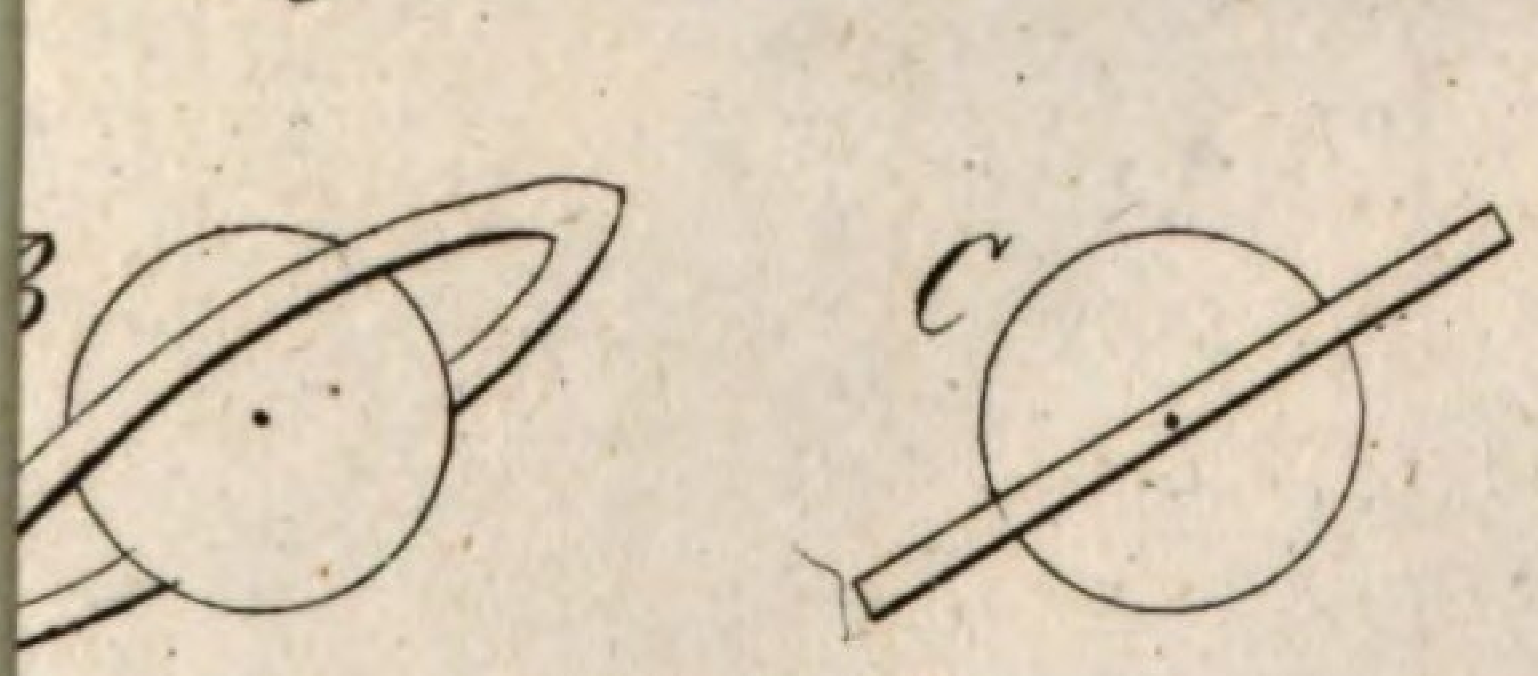
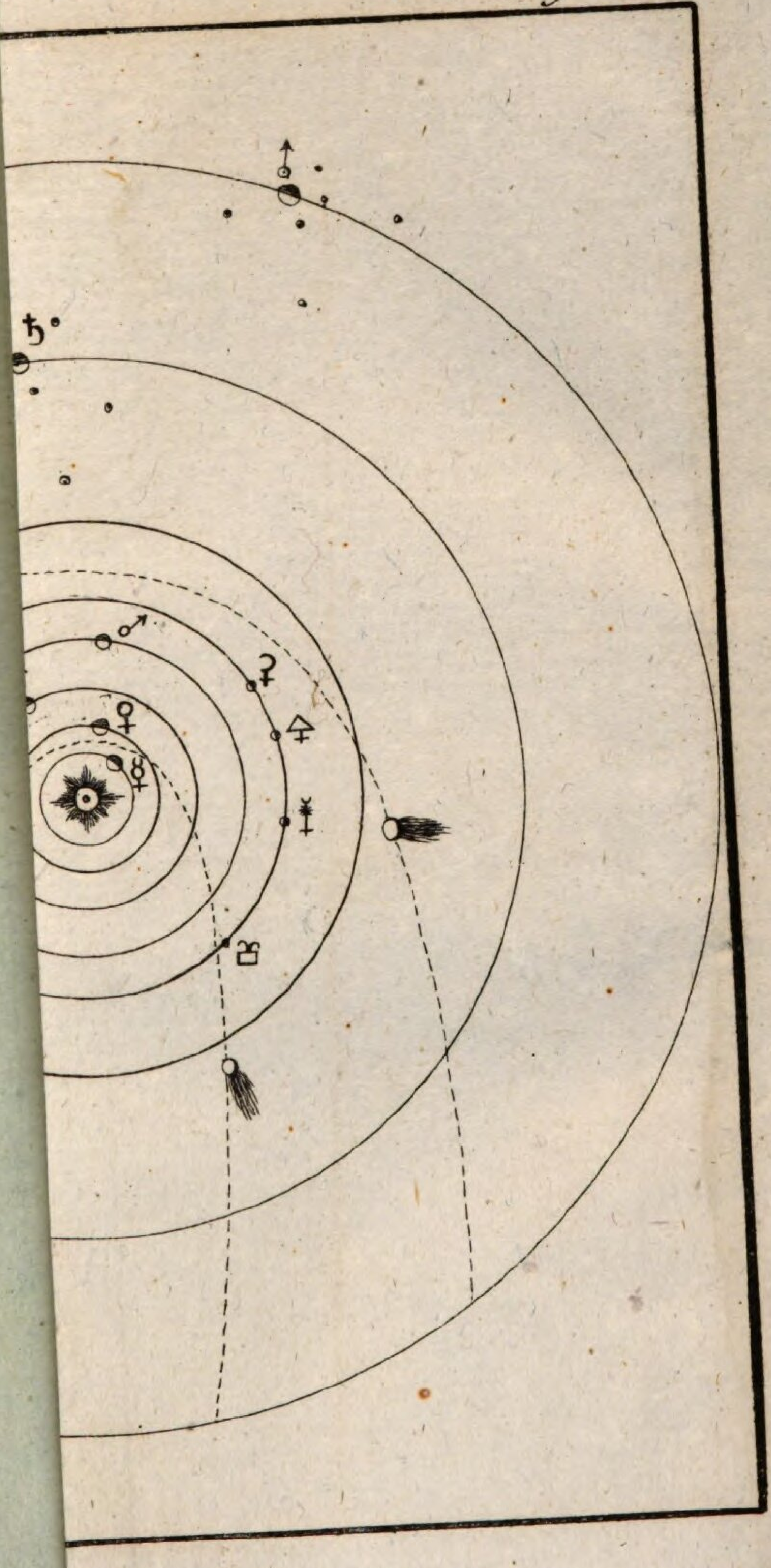


Fig. 3.



Taf. VIII



Taf. IX.

Fig. 1.

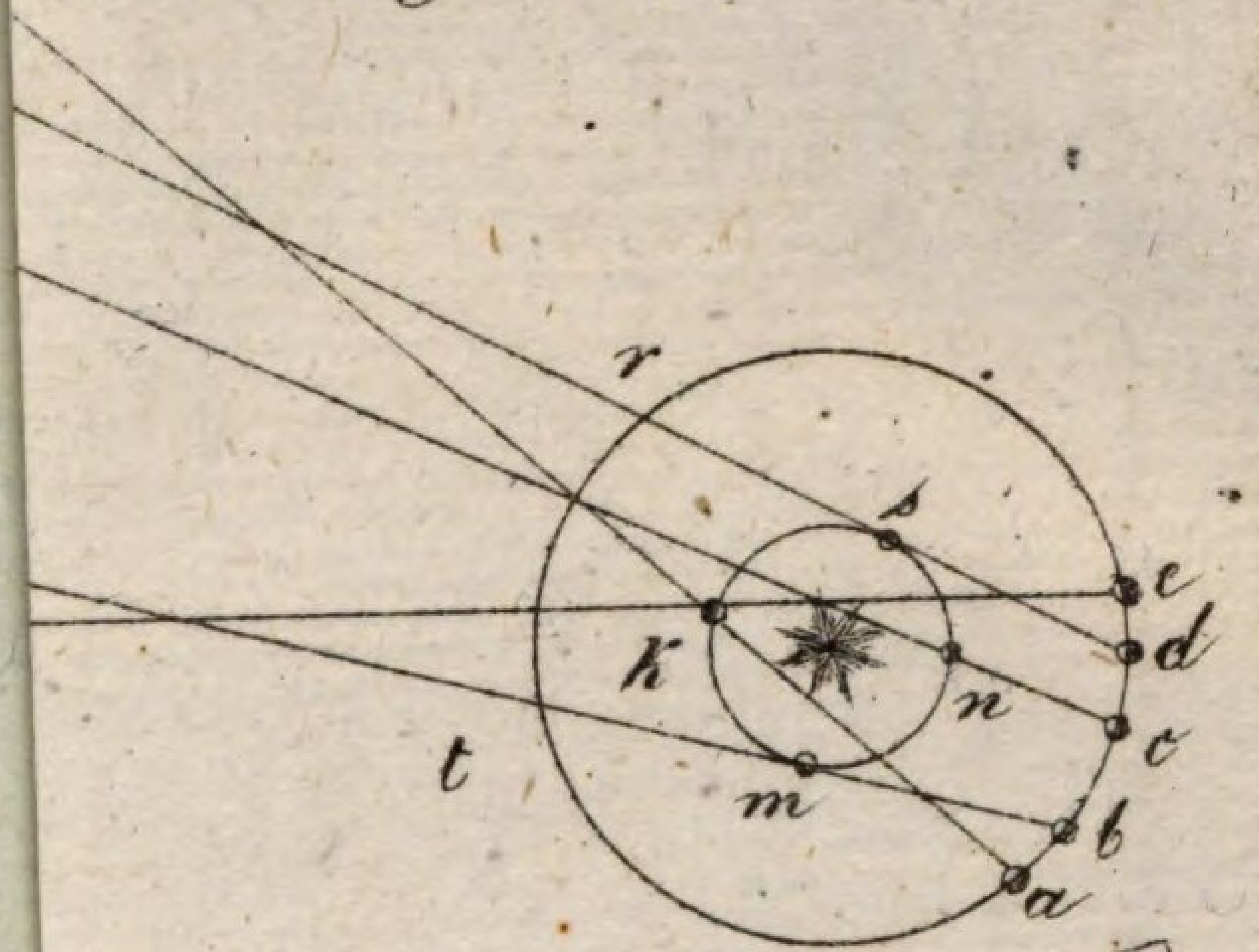
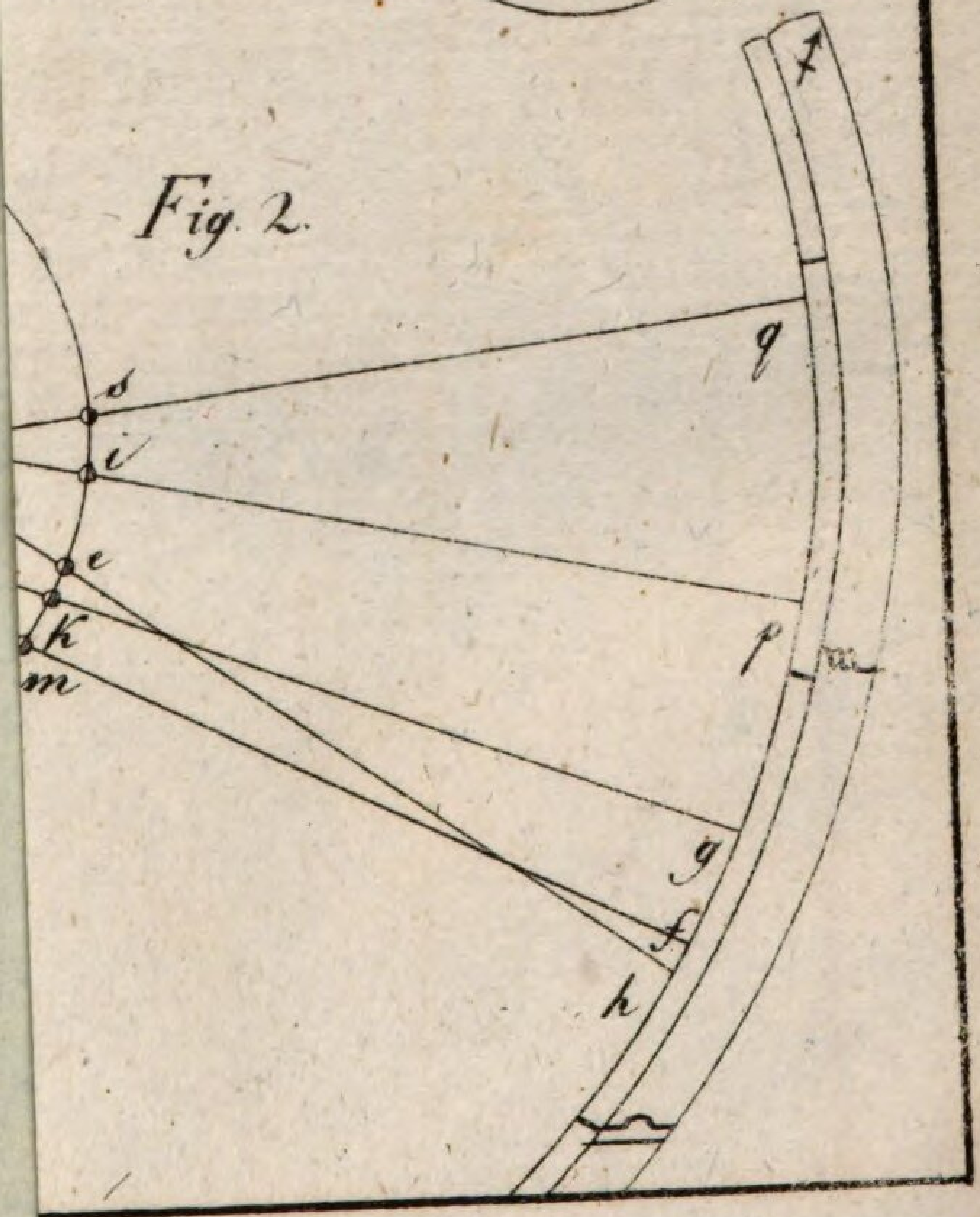


Fig. 2.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Poppe, Johann Heinrich Moritz <<von>>,

Der astronomische Jugendfreund oder faßliche und unterhaltende Darstellung der Sternkunde für die Jugend und die Gebildeten beiderlei Geschlechts

Bd.: 2

Tübingen (1822)

Bibl.Mont. 3709-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10723471-0